



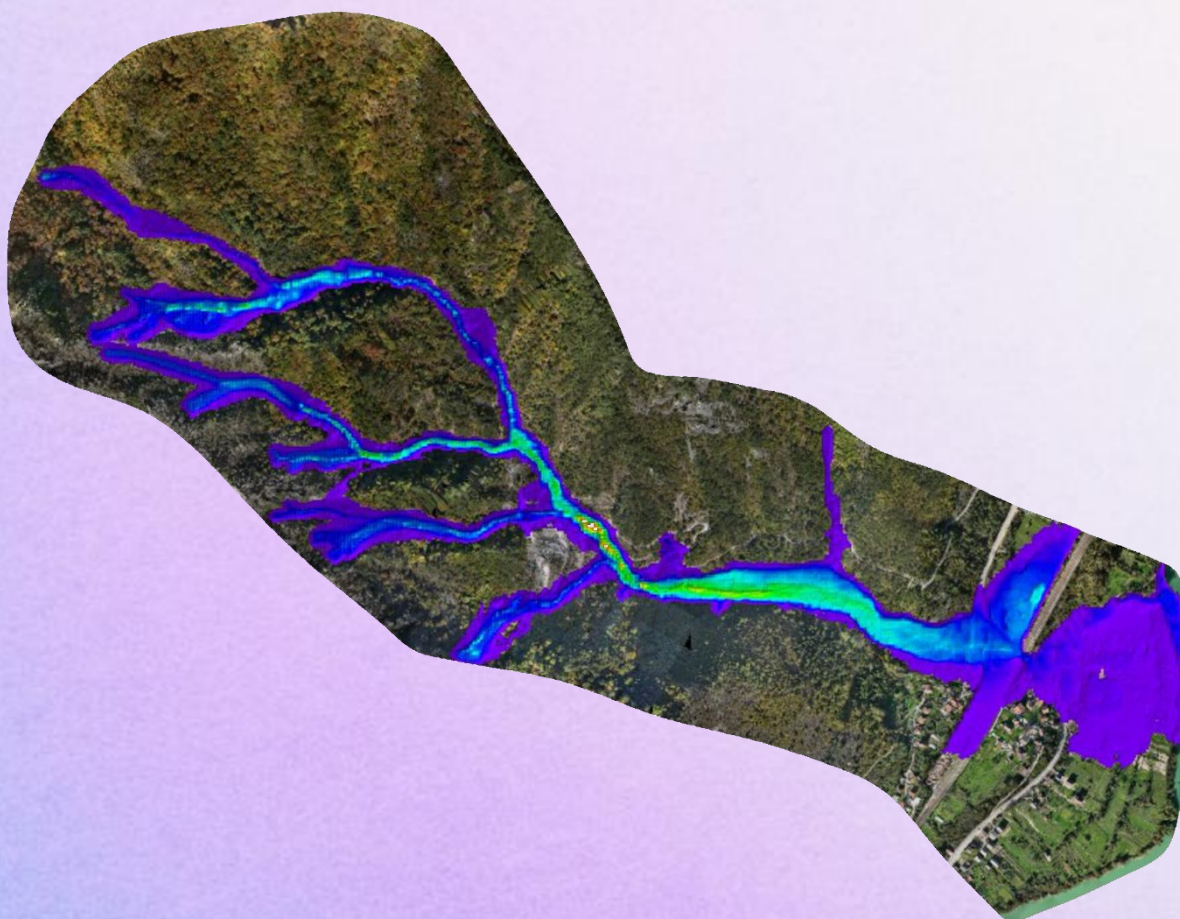
FZZG

1912

BOSNA I HERCEGOVINA
FEDERACIJA BOSNE I HERCEGOVINE
Federalni zavod za geologiju
Sarajevo

IZVJEŠTAJ

O DEBRITNOM TOKU U SLIVU DONJA JABLANICA



Sarajevo, juli 2025. godine

Radni zadatak FZZG: Zaključak vlade Federacije BiH, V.broj 1899/2024 od 11.12.2024. godine

Federalni zavod za geologiju



Geological Survey of Federation of B&H

Broj: 01-02-4-282-48 / 24

Datum: 29.07.2025.godine

IZVJEŠTAJ O DEBRITNOM TOKU U SLIVU DONJA JABLANICA

Uradili:

Mr.sc. Vedad Demir, *dipl.ing.geolog.*

Mr.sc. Emir Hodžić, *dipl.ing.geolog.*

Unutarnja kontrola:

Prof.dr. Ferid Skopljak, *dipl.ing.geol.*

DIREKTOR

Mr.sc. Vedad Demir, *dipl.ing.geolog.*

SADRŽAJ

1. OSNOVNI PODACI, ISTRAŽNI PROSTOR I KONSTATOVANO STANJE.....	6
2. SLIVOMI KOMADINOVOM VRELO I,II,III I DONJA JABLANICA.....	7
Komadinovo vrelo I	
Komadinovo vrelo II	
Komadinovo vrelo III	
Donja Jablanica	
3. GEOLOŠKE, MORFOLOŠKE, HIDROLOŠKE KARAKTERISTIKE I TEKTONIKA TERENA.....	10
Geološka građa terena	
Morfološke i geomorfološke odlike	
<i>Akumulacioni savremeni reljef,</i>	
<i>Denudacioni–akumulacioni reljef,</i>	
<i>Eroziono-denudacioni reljef</i>	
<i>Zaravnjeni dio terena, Oblast niskih planina, Oblast srednje visokih i visokih planina</i>	
Hidrogeološke odlike terena	
Tektonika	
4. SEIZMIKA.....	13
5. ODRONI I OSULINSKE PADINE.....	13
Odroni / Osulinske padine	
6. INŽENJERSKOGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE TERENA.....	14
Nasip (n), Deluvijalni pokrivač (dl) / koluvij (co), Aluvijalni pokrivač (al), Geološki substrat (gs)	
7. ANALIZA VREMENSKE SITUACIJE ZA 03. i 04 .10. 2024.	
Upozorenje	
Rezultati dostupnih numeričkih prognoza	
Analiza događaja na osnovu radarskih slika	
8. EGZOGENI GEOMORFOLOŠKI PROCESI I DINAMIKA DEBRITNIH TOKOVA.....	23
Faza inicijacije, Faza tranzicije i Faza depozicije	
Opasnosti depozicionih lepeza u brdsko-planinskim predjelima	
Karakteristike debrिटnog toka u slivu Donja Jablanica	
Geneza debrिटnog toka	
Procesi u tokovima i interakcije	
Događaji u zoni kamenoloma	
Ulazak primarnog debrिटnog toka u elongiranu depozicionu zonu	
Geološka perspektiva, horizonti prethodnih tokova	
Distribucija tehnogenih blokova	
Lepezasta depoziciona zona, naselje Donja Jablanica	
Procjena stabilnosti terena i sigurnosnih uslova u naselju Donja Jablanica nakon debrिटnog toka	
Kratkoročna procjena stabilnosti	
Dugoročna procjena prijetnji i potencijal za reaktivaciju	
Preporuke za trajnu prevenciju i ublažavanje posljedica debrिटnih tokova	
Aktivne mjere zaštite	
<i>Smanjenje oštećenja ,Smanjenje erozije, Upravljanje događajem</i>	
Aktivne mjere zaštite u zoni kamenoloma i proksimalnoj depozicionoj zoni	
Pasivne mjere zaštite	
<i>Zoniranje i prostorno planiranje, Sistemi ranog upozoravanja, Dokumentacija i monitoring</i>	
9. ZONIRANJE PODRUČJA PO STEPENU RIZIKA ZA NASELJE DONJA JABLANICA.....	49
10. PROCJENA NASELJIVOSTI DONJE JABLANICE I ANALIZA PLANSKO-ZAKONSKOG OKVIRA U KONTEKSTU IZDAVANJA GRAĐEVINSKIH DOZVOLA.....	51
10.1. Procjena prirodne pogodnosti terena Donje Jablanice za naseljavanje prije oktobra 2024. Godine.....	51
10.2. Pravni i planski okvir za izdavanje građevinskih dozvola.....	57
11. PRIJEDLOG / UPUTE ZA DALJNJE AKTIVNOSTI.....	65
Zaključak	
Literatura	

Na osnovu Zaključaka Vlade Federacije Bosne i Hercegovine broj V. 1899/2024 i 795/2025, te u skladu sa Zakonom o geološkim istraživanjima Federacije Bosne i Hercegovine („Službene novine Federacije BiH“, br. 9/10) i drugim propisima iz svoje nadležnosti, Federalni zavod za geologiju je izradio ovaj dopunjeni

I Z V J E Š T A J
O DEBRITNOM TOKU U SLIVU DONJA JABLANICA
(analiza geomorfoloških, geoloških i hidroloških uslova, procjena mobilisane količine materijala, uključujući udio tehnogenog materijala, te zoniranje područja po stepenu rizika s osvrtom na podobnost terena za stanovanje)

1. OSNOVNI PODACI, ISTRAŽNI PROSTOR I KONSTATOVANO STANJE

Događaj na istočnim padinama Čvrsnice u području Jablanice karakterisao se nizom ekstremnih geomorfoloških procesa i pojava, uključujući debrithne tokove, poplave, odrone i klizišta. Intenzivne padavine su destabilizirale osjetljive padinske terene, što je rezultiralo aktivacijom erozivnih procesa i nagomilavanjem velikih količina sedimenta duž slivova. Ovi procesi su prouzrokovali značajne štete na infrastrukturi i imovini, nažalost doveli do gubitka ljudskih života.

Nakon donešene Odluke o proglašenju stanja prirodne nepogode usljed poplava, Federalni zavod za geologiju Sarajevo je već 5.10.2024. godine, poslao geologe iz Zavoda na teren u općinu Jablanica radi procjene stanja na terenu od debrithnih tokova, prikupljanja podataka i pripreme preliminarog izvještaja o trenutnoj situaciji sa davanjem stručnog mišljenja o potrebnim mjerama. U narednim sedmicama, timovi geologa i geodeta su u kontinuitetu obavljali istraživačke aktivnosti na lokaciji Donja Jablanica.

Tokom ovih istraživanja izvršene su inženjersko-geološke procjene različitih geoloških pojava i procesa, prvenstveno debrithnih tokova u geomorfološkim slivovima Komadinovo vrelo I,II,III i posebno debrithnog toka u slivu Donja Jablanica što je i svrha ovog izvještaja.

Poslije prvobitnih istraživanja terena, Zavod je uradio **"Preliminarni izvještaj o inženjersko-geološkim karakteristikama padinskih terena i mjerama za ublažavanje posljedica prirodne nepogode u općini Jablanica i Gradu Konjic"** u kojem je između ostalog naglašeno da će nakon obrade i analize svih prikupljenih podataka i rekognosciranja terena biti sačinjen i novi Izvještaj samo za područje Donje Jablanice (kao *aneks Preliminarnom izvještaju*) a biće naknadno dostavljen adekvatnim institucijama.

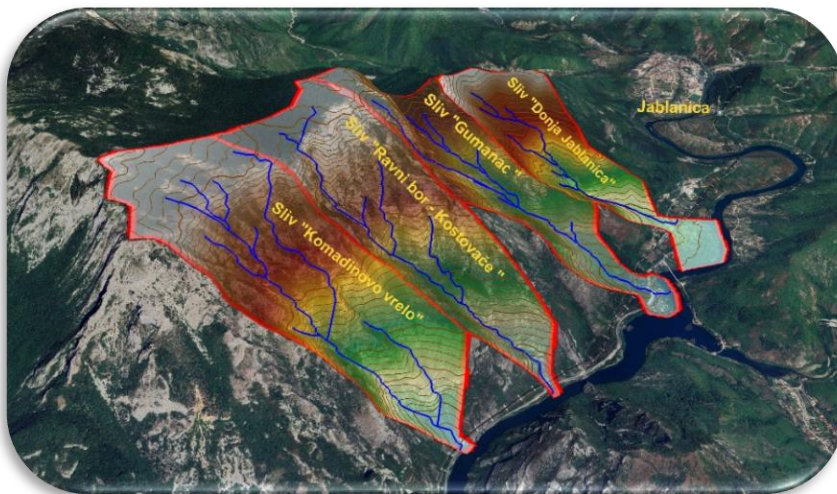
Nakon izrade Preliminarnog IG izvještaja, rađeno je rekognosciranje terena sa dodatnim inženjersko-geološkim istraživanjima, geodetskim mjerenjima i snimanjima terena Lidar tehnologijom te priprema geotehničkih i 3D modela simulacije debrithnih tokova.

Ova dodatna IG istraživanja, geodetska mjerenja i Lidar snimanja, daju nam precizniju procjenu mobilizovanih količina materijala sa udjelom i tehnogenog, u slivu Donja Jablanica, što značajno doprinosi i preciznijem zoniranju područja po stepenu rizika za naselje (*u odnosu na ona zoniranja terena rađena u preliminarom izvještaju*).

Ovim izvještajem pored analize geomorfoloških i geoloških uslova užeg istražnog područja (4 sliva od Komadinovog vrela do Donje Jablanice), prikazujemo procjenu mobilizovanih količina materijala i zone terena područja po stepenu rizika za naselje.

Shodno Zaključku Vlade Federacije BiH, Federalni zavod za geologiju (FZZG) je pored ovog Izvještaja za Donju Jablanicu, uradio u integralnoj formi i izvještaj o geološkim procesima i pojavama izazvanim intenzivnim padavinama 4. oktobra 2024. godine na području Federacije Bosne i Hercegovine, uključujući procjenu uticaja na infrastrukturu i preporuke za smanjenje budućeg rizika sa urađenim kartama procjena podložnosti terena na klizanje na osnovu devet uticajnih faktora te i Izvještaj o stanju izvorišta pitke podzemne vode u stradalim područjima.

2. SLIVOMI KOMADINOVO VRELO I,II,III I DONJA JABLANICA



Slika 1. Istražno područje "Slivovi na padinama Čvrsnice"



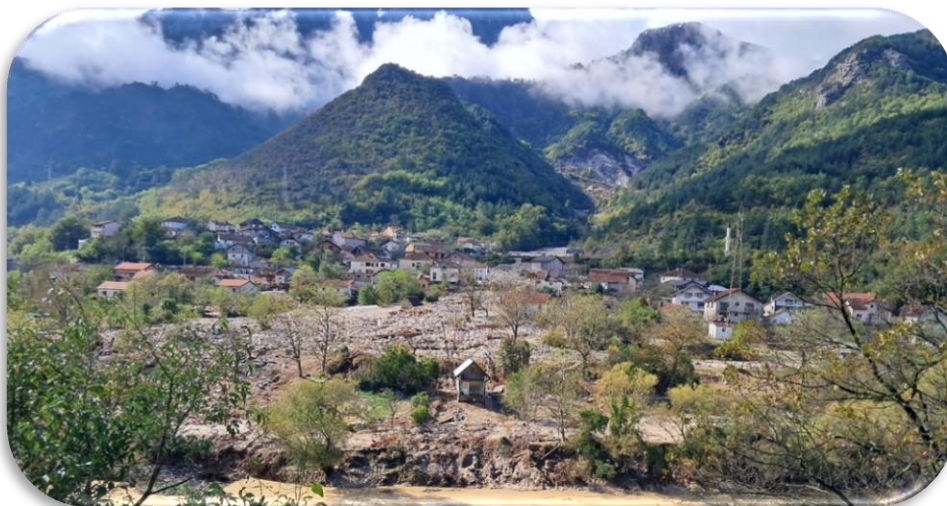
Slika 2. "Komadinovo vrelo"



Slika 3. "Ravni bor – Kostovače"



Slika 4. "Gumanac"



Slika 5. "Donja Jablanica"

Sliv Komadinovo vrelo. Prostire se od restorana "Komadinovo vrelo" (magistralna saobraćajnica M17- erozioni bazis 176 mnv) sjeverozapadno do tjemena vododjelnica na 1400 mnv. Ovaj geomorfološki oblik terena je nastao na strmoj padini sa svojim formiranim glavnim slivnim tokom od 1760 m' i širinom lepeze u erozionom bazisu oko 30 m'. Padina je dužine oko 2180 m i klinastog je do jezično oblika u kojoj je formiran i sipar. Na površinu ovog slivnog područja od 156 ha, za 24 h, palo je 504.000 m³ kiše. Oštećeno je više objekata.

Sliv Ravni bor – Kostovače. Formiran je sa svojim glavnim vodnim slivnim tokom dužine 1780 m (tjemna vododjelnica na 1310 mnv), kome je lepeza tijela konusa na nivou erozionog bazisa (na 178 mnv) široka cca 40 m do koje je iz sjeverozapadnog pravca transportovan materijal sa hipsometrijski visočijih dijelova terena ove generalno strme padine. Padina je dužine oko 2350 m i klinastog je do jezično oblika u kojoj se formirao sipar

Erodoan i transportovan je materijal sipara i samog nasipa trupa pruge koji je bio veoma izražajne moćnosti, dok je pruga zajedno sa dobroućvršćenim pragovima ostala ne prekinuta da "visi" u zraku. Na površinu slivnog područja od 151 ha, za 24 h, palo je 487.000 m³ kiše.

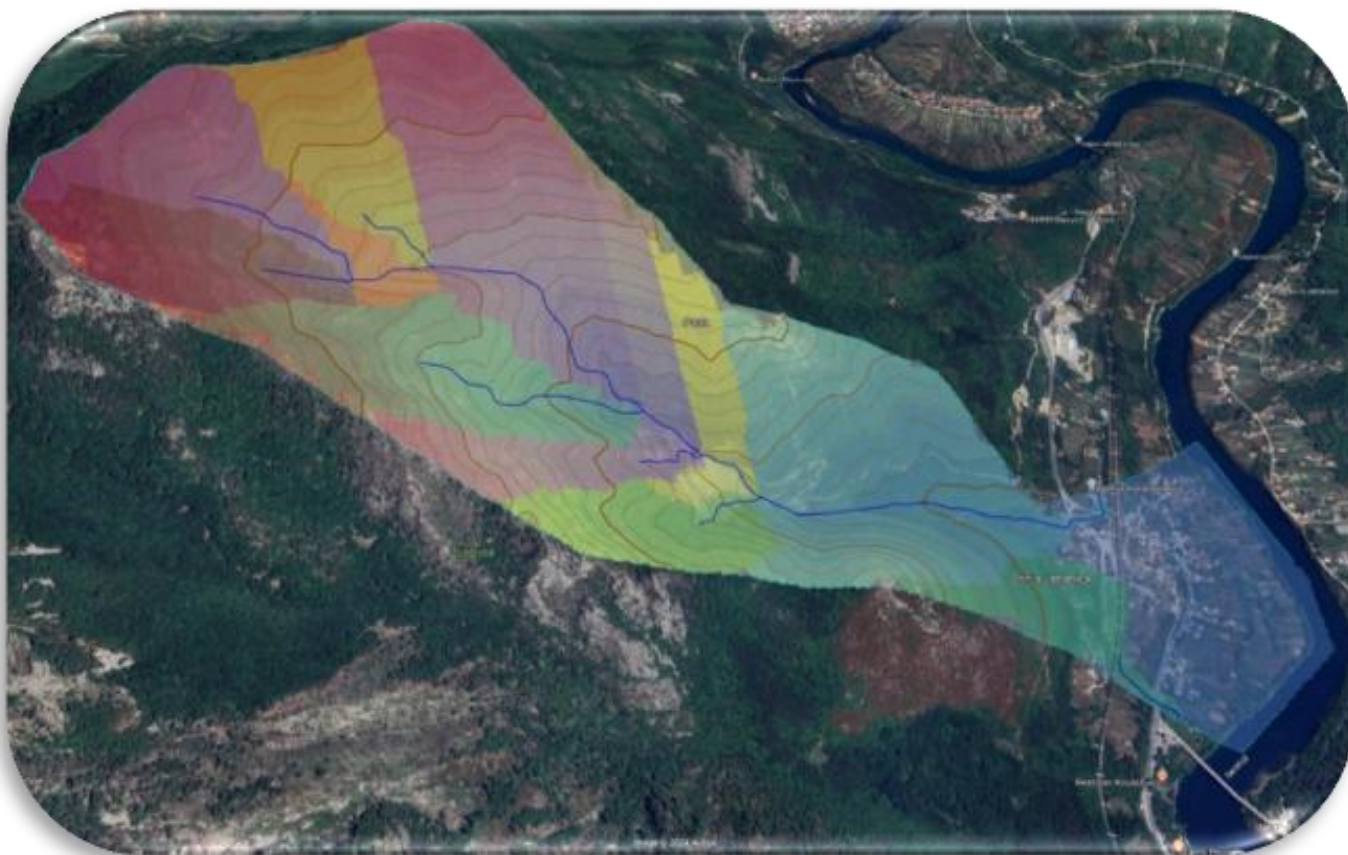
Sliv Gumanac. Prostire se od nivou erozionog bazisa (180 mnv) tj. lepeze široke do 50 m, do koje je iz sjeverozapadnog pravca transportovan materijal sa hipsometrijski visočijih dijelova terena (tjemena vododjelnica na 1300 mnv) ove generalno strme padine. Ukupne dužine padine 2440 m' čiji se glavni vodeni tok formirao u dužini od 2000 m' . Sipar je klinastog do jezično oblika. Erodoan je i transportovan materijal sipara i samog nasipa trupa pruge, dok je pruga zajedno sa dobroućvršćenim pragovima ostala ne prekinuta da "visi" u zraku i na ovom lokalitetu. Magistralni put M17 na ovom mikrolokalitetu je bio zatrpan od materijala sipara. Na površinu slivnog područja od 175 ha, za 24 h, palo je 565.000 m³ kiše.

Kiša koja je pala na površinu navedenih slivova infiltrirajući se u tlo do maksimalne popunjenosti pora i pukutina vodopropusnog tla i stijena, prezasićila je iste, te u površinskim dijelovima kao vodenobujićni tokovi velikim brzinama tekla ka hipsometrijski nižim dijelovima terena-erozionom bazisu samog nivoa rijeke Neretve, uzrokujući nastanak velikih eroziono-denudacionih egzogenih procesa duž slivnih područja koji rezultiraju i vodnofluvijalni pronos ogromne kolićine materijala iz svih dijelova generalne padine.

Sliv Donja Jablanica

Naselje Donja Jablanica većim dijelom nalazi se na depozicionoj (proluvijalnoj) lepezi na nivou samog meandra rijeke Neretve kao erozionog bazisa (na 165 mnv), koja je zajedno sa debrिटnim tokom široka cca 300 m, do koje je iz sjeverozapadnog pravca transportovan materijal sa hipsometrijski visočijih dijelova terena ove strme padine (tjeme vododjelnica je na 990 mnv). Sami sipar se kao negativna inženjerskogeološka pojava sa kontinuiranim pratećim egzogenim procesima u dužem vremenskom periodu akumulirao u konkavnim zonama te je mobilizovan u debrिटni tok koji je dosegao dužinu od 2 km (mobilizacija-tranzicija-akumulacija). U vrijeme nesreće na području Jablanice u toku 24 sata palo je 323 l/m² kiše.

Nakon svog generalnog pokretanja iniciranog ovim obilnim padalinama, erodovani materijal, sipar i dio tehnogenog materijala, je kao debrिटni tok rezultirao totalnom rušenju sa odnošenjem, oštećenju i plavljenju većeg broja stambenih, pomoćnih i infrastrukturnih objekata. A manifestuje se i nastanak odrona blokova, sipara stijenskog materijala i erozije sa tjemena i dijelova samih padina oba konveksna krila ovog toćila kao morfološke forme. Sipar je klinastog do jezično oblika. Na površinu slivnog područja od 160 ha, za 24 h, palo je 512.000 m³ kiše. Tragićni ishod ovog događaja je smrtno stradanje 18 ljudi.



Slika 6. Sliv Donja Jablanica (sa mini slivovima od tjemene i bočnih vododjelnica)



Slika 7. Donja Jablanica poslije nesreće (proluvijalna lepeza u nožici sliva i meandra rijeke Neretve)

3. GEOLOŠKE, MORFOLOŠKE, HIDROLOŠKE KARAKTERISTIKE I TEKTONIKA TERENA

Od rezultata ranijih istraživanja, za upoznavanje geološke građe i sastava terena korištena je Osnovna geološka karta, list Mostar u razmjeri 1 : 100.000, urađena od strane bivšeg Saveznog geološkog Zavoda.

Donji trijas / scit - kampilski potkat (T_1^2)

Preko prethodnih sedimenata konkordantno leže pjeskoviti laporci, laporoviti krečnjaci i krečnjaci sa interkalacijama glinovitih partija. Boje su sive, sivozelenkaste i ljubičaste. Ovi sedimenti mjestimično se javljaju u tankim slojevima. Karakteriše ih škriljava i paralelno prugasta tekstura. U najvišim horizontima zastupljeni su finokristalasti krečnjaci sa kvarcnim i kalcitnim žicama. Često se u njima javljaju interkalacije škriljaca. Količina nerastvorenog ostatka kod ovih krečnjaka kreće se do 21 %, a potiče od povećane količine silicije pored koje se javljaju muskovit i sericit kao i plagioklasi. Sedimenti ovog dijela donjeg trijasa stvarani su u nešto dubljim sredinama - neritskoj zoni.

Srednji trijas - Anizijski kat (T_2^1)

Preko sedimenata donjeg trijasa konkordantno leže krečnjaci, brečasti krečnjaci, dolomiti tvorevine vulkanogeno-sedimentne formacije koje su izdvojene kao srednji trijas.

Naslage anizika izdvojene su kod Jablanice i južno od Konjica. Leže konkordantno preko donjeg trijasa, a zastupljene su različitim vrstama krečnjaka i dolomita. Bočne promjene u litološkom sastavu ovog odjeljka iako postoje, ne mogu se pratiti, pa su prikazane po lokalnostima.

Ladinski kat (T_2^2)

Sedimenti ovog dijela srednjeg trijasa izdvojeni su u rejonu Crnog vrha. Kao i u prethodnom dijelu i ovdje se javljaju različiti facijalni razvoji te su i oni prikazani prema interesantnim lokalnostima. Kod Crnog vrha, pored različitih krečnjaka (grudvastih, mikrokristalastih, pseudobrečastih) i dolomita koji su više masivni, a rjeđe bankoviti i uslojeni, boje sive do svjetlosive, javljaju se i tvorevine vulkanogeno-sedimentne asocijacije, tufni pješčari, kristaloklastični tufiti, vitroklastični tufiti, rožnaci i hematitski škriljci. Preko tvorevina vulkanogeno-sedimentne asocijacije, leže lijepo stratifikovani dolomiti sive, žućkastosive i svjetlosive boje. Kod Donje Jablanice preko dolomita koji pripadaju nižem dijelu srednjeg trijasa leži serija tamnomrkih kristalastih krečnjaka, sivosmeđi tufiti, pa opet mikrokristalasti krečnjaci, tufiti i na kraju sivocrni grudvasti krečnjaci i brečasti krečnjaci dobro uslojeni. U cijeloj ovoj partiji česte su mogle rožnaca. Debljina pojedinih slojeva kreće se do 50 cm.

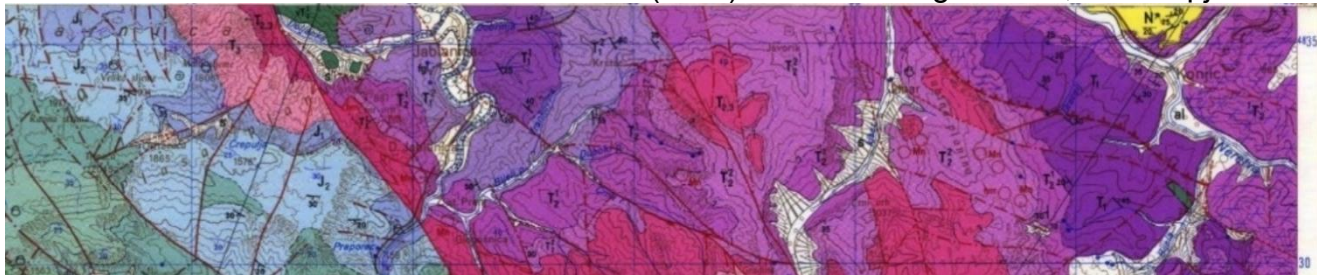
U području Crnog vrha preko bankovitih, masivnih krečnjaka, konkordantno leži serija sivih, žućkastih pločastih krečnjaka i kalkarenita sa proslojcima tufova i silifikovanih mikrokristalastih krečnjaka. U okviru srednjeg trijasa konstatovane su i eruptivne stijene.

Trijasa ($T_{2,3}$)

Predstavljen je uslojenim rjeđe masivnim i bankovitim dolomitima. Mjestimično se javljaju dolomitični krečnjaci kao i partije čistih krečnjaka.

Miocen ($^1M_{2,3}$) -Podinske breče, konglomerati i pješčari sa proslojcima glina i laporaca.

Miocen ($^3M_{2,3}$) -Povlatni konglomerati, breče i pješčari.



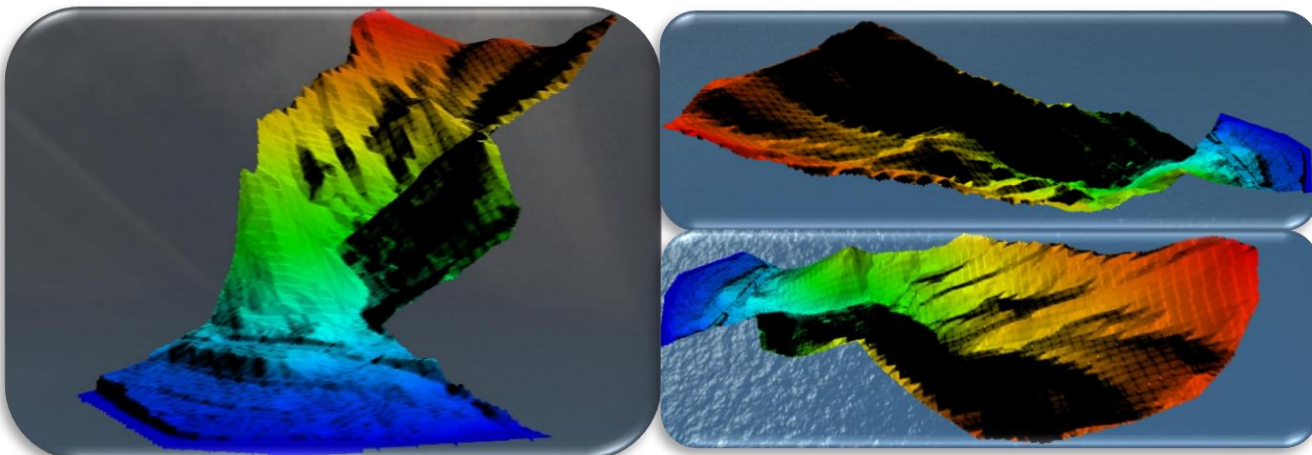
Slika 8. Geološka karta šireg područja Jablanice i Konjica - OGK dio lista 1:100.000 a) Mostar, -Geološki zavod, Sarajevo 1958-1969. godine

MORFOLOŠKE I GEOMORFOLOŠKE ODLIKE

U geomorfološkom i morfogenetskom pogledu razmatrani teren veoma je raznovrstan i morfološki neujednačen zbog promjenljivog litofacijalnog sastava, složenih tektonskih odnosa, neotektonske aktivnosti i vrlo raznovrsnog ponašanja stijenskih masa i kompleksa u procesima raspadanja pod dejstvom egzogenih agenasa. Zbog toga možemo konstatovati da se geomorfološki oblici u razlikuju među sobom po vremenu postanka, građi, pravcu pružanja, rasprostranjenosti, obliku i visini. U istorijatu stvaranja morfoloških formi, u zavisnosti od geološke građe, može se reći da su osnovne morfo-tektonske forme nastale u fazi tercijarnih ubiranja, pa su tektonskim i neotektonskim pokretima određeni osnovni oblici makro i mezo morfoloških cjelina, a današnje forme nastale su veoma intezivnim radom egzogenih sila. Te osnovne morfološke jedinice transformisane su radom riječne i jezerske vode, abrazijom, erozijom, radom lednika, dejstvom vjetra i drugim procesima. Istraživane teritorije Jablanice spadaju u brdsko-planinski reljef sa nadmorskom visinom iznad 500 m, a manji dio u ravničarski, sa visinskim razlikama do 300 m.

Prema genetskim tipovima mogu se izdvojiti 4 kategorije reljefa:

- **Akumulacioni savremeni reljef**, nastao fluvijalnim akumulacionim procesima u dolinama rijeke Neretve i njenih pritoka. To su uglavnom terasni, aluvijani odseci, plavinski konusi, bujični nanosi, fluvio-glacijalne površi i drugi nanosi vezani za fluvijalni režim. Najmarkantniji fluvio-akumulacioni oblik terase je u dolini rijeke Neretve. Karakteristika ovog reljefa je slaba diseciranost i rasčlanjenost, maksimalno do 10 m.



Slike 9a,9b,9c. Model 3D terena, točilo - Donja Jablanica, mjesto pronešenog i akumuliranog materijala

Denudacioni – akumulacioni reljef, karakteriše neogeni ($M_{2,3}$), polifacijalni kompleks. U inženjerskogeološkom smislu ovaj tip reljefa ima neobično veliki značaj jer se svi savremeni procesi alteracija drastično odražavaju, u svim svojim vidovima, na promjene morfologije čak i u vrlo kratkim vremenskim intervalima. To je kompleks podložan erozionim procesima, pa se na vrlo malim površinama mogu naći morfološki mikrooblici nastali linearnom dubinskom erozijom (*jaruge i vododerine*), površinskom i selektivnom eroziom, klizanjem i odronajvanjem stijenskih masa. Klizišta su registrovana u tercijarnom kompleksu a svojom dinamikom razvoja, odnosno brzinom mobilnosti pokrenutih masa, znatno utiču na pojavu i promjenu mikroformi reljefa. U građi denudaciono-akumulacionog reljefa najveću procentualnu zastupljenost imaju glinovito-pjeskoviti sedimenti sa niskim stepenom dijageneze, čestom vertikalnom i horizontalnom promjenljivošću litološkog sastava i podložnošću na površinsko raspadanje. Zbog relativno ujednačene sposobnosti i brzine površinske alteracije stvara se centrifugalni i detričan drenažni sistem hidrografske mreže koji po svojim razmjerama, dubini i brzini usijecanja imaju karakter bujičnih, povremenih tokova.

Eroziono - denudacioni reljef, karakteriše ga velika morfološka rasčlanjenost i razbijenost sa visinskim razlikama koje mjestimično dostižu i do 500 mnv. Ovoj grupi reljefa odgovarali bi

tereni niskog stepena kristaliniteta koji imaju svojstvo da su podložni procesima raspadanja zbog tektonske predispozicije, odnosno izdijeljenosti stijenske mase ravnima folijacije i klivaža koji u površinskim uslovima uslovljavaju iverasto raspadanje i ubrzaniye egzogene, fizičko-geološke procese, bujično snošenje, odrone, klizišta, mobilnosti većih razmjera sa tendencijom stvaranja morfoloških formi sa negativnim znakom. Stvaraju se vrlo promjenljive mikroforme reljefa. Proces površinskog oblikovanja reljefa nešto su usporeniji u dijelovima terena pokrivenim vegetativnim pokrivačem.

Karsno – erozioni reljef je najintezivnije diseciran i to od 500-1300 mnnv, a obuhvata područje srednje-visokih i visokih planina izgrađenih od karbonatnih stijena krečnjaka i dolomita. Tereni ove grupe odlikuju se specifičnim formama reljefa kao rezultat hemijskog razlaganja krečnjaka. Najčešće su škrape i vrtače tanjirastog oblika, približno ujednačenih dimenzija, uvale i manja karstna polja. Zbog karakterističnog oblika karstnih terena, vrlo često se koristi termin i „boginjavi karst“.

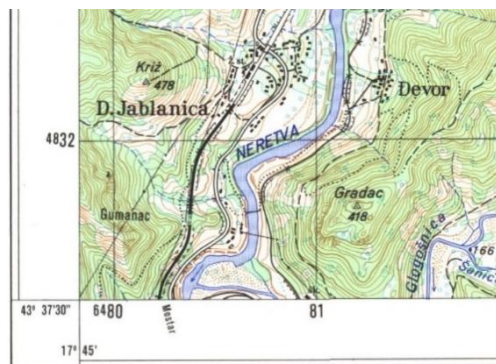
U hipsometrijskom pogledu iznivelirana su 4 karakteristična nivoa:

- a) Ravničarski teren, visine do 300 m;*
- b) Oblast niskih planina, nadmorske visine do 500 m;*
- c) Oblast srednje-visokih planina, nadmorske visine do 1500 m*

Zaravnjeni dio terena, visine do 300 m predstavlja jasnu individualnu morfološku cjelinu, vezanu za današnji vodeni tok rijeke Neretve. Radi se o kotlinama, međusobno povezanim kanjonskim ili klisurastim dijelovima te sa njima čine kompozitne doline. Po svom postanku to su fluvio-tektonske doline, predisponirane razlomnim strukturnim oblicima, dok su erozioni i akumulacioni oblici nastali pod uticajem geomorfoloških modifikatora (*klime, inicijalnog reljefa, litofacijalnog sastava i dr.*). Orientacija ovih morfoloških formi generalno se poklapa sa dinarskim pravcem pružanja. Posebno interesantna je Jablanička kotlina, u dolini rijeke Neretve, koja u stvari predstavlja fluvio-glacijalnu terasu nastalu pretaložavanjem glečerskih, morenskih materijala.

Oblast niskih planina, visine do 500 m. Opšta odlika ovih planina je manja diseciranost, manje izražena denivelacija i morfološka sadržanost ali su sa izrazitim promjenama mikoreljefnih formi usled aktivnih morfogenetskih procesa koji su u toku.

Oblast srednje visokih i visokih planina, obuhvataju područja od 500-1000 mnnv i preko 1000 mnnv. Imaju najveće teritorijalno rasprostranjenje. Srednje i visoke planine stavljene su u istu grupu zbog toga što su prve skoro isključivo zastupljene, a u drugu grupu spadali bi samo istaknuti vrhovi ili najviše tačke srednje-visokih planina. Drugi razlog je taj što su i jedne i druge unutar planinsko-kotlinske oblasti uvrštene u karakterističnu grupu Dinarske planine u koje spadaju vjenčane planine izgrađene skoro isključivo od krečnjaka, dolomita i njihovih prelaznih varijeteta, sa pružanjem paralelnim dinarskom smjeru, odnosno SZ-JI. Karakterišu se teškom prohodnošću, ostrim grebenima, zaobljenim vijencima, zaravnjenim i prostranim bilima i duboko usječenim kanjonskim dolinama. Odlikuju se takođe kraškim reljefom sa tragovima pleistocenske glacijacije-cirkovi i valovi.



Slika 10. Topografska karta 1:25000

Hidrogeološke odlike terena

Vrlo složena litofacijalna građa teritorije Jablanice i Konjica te tektonski sklop uslovili su složene hidrogeološke odnose. Oni su prije svega rezultat opšte vodopropusnosti stijena, tipa poroznosti, stepena tektonske razlomljenosti, dispozicije horizontalne i vertikalne rasprostranjenosti vodopropusnih i vodonepropusnih stijenskih masa, sposobnosti stijena da zadrži infiltriranu vodu, brzine procjeđivanja, veličine isticanja i stalnosti isticanja.

Uzimajući u obzir sve pomenute faktore, litofacijalne jedinice bez obzira na starost, na ovoj teritoriji, mogu se prema funkcijama u hidrogeološkom smislu podijeliti u sledeće kategorije:

Hidrogeološke kolektore (dobro vodopropusne stijene dinarskog planinskog lanca izgrađene od karbonatnih stijena -prvenstveno krečnjaci koji se odlikuju kavernoznom i kombinovanom pukotinsko-kavernoznom poroznošću);

Hidrogeološke komplekse (smjenjivanje vodopropusnih i vodonepropusnih stijena- mjestimično ispucale karbonatne stijene- krečnjaci i dolomiti) i Hidrogeološke izolatore (vodonepropusne stijene - ne ispucale dolomiti).

Vodopropusnost polifacijalnog kompleksa verfena (T_1^2) u Donjoj Jablanici je manja, čak zanemarljiva, a manje akumulacije podzemnih voda nalaze se najvećim dijelom u rastresitom pokrivaču. Dolomiti anizika (T_2^1) ne poremećeni i oni manje grusificirani su vodonepropusni izolator. Vodopropusnost masivnih krečnjaka sive do svjetlosive boje i dolomita ladinskog kata (T_2^2) je relativno mala. Vodonepropusni su i miocenski lapori u Buturović polju.

Tektonika

Prema geološkim podacima iz lista Mostar sa Osnovne geološke karte, može se konstatirati da su pojedini stratigrafski dijelovi razvijeni u različitim facijama. Stratigrafska evolucija ovih prostora bila je u zavisnosti od tektonskih pokreta. U neposrednom okruženju istražnih prostora izdvojene su tektonske jedinice Konjic-Glavatičevo i tektonska jedinica Čvrstica-Prenj.

Osim ovih tektonskih jedinica izdvojeni su i tektonski blokovi koji su posebno bili u okviru pojedinih tektonskih jedinica.

4. SEIZMIKA

Za vrijeme velikih padalina i nastanka nesreće u Jablanici i Konjicu, registrovan je i potres 4. oktobra jačine 3 stepena po Richteru sa Epicentrom kod Jablanice. (Izvor: EMSC).

Trusna talasanja i vibracije Zemlje su svakodnevna pojava. To su najčešće manja podrhtavanja koja čovjek ne može da registruje. Najveći broj zemljotresa javlja se na tektonskim linijama, gdje se duž razloma potiskuju i razilaze blokovi pokidane Zemljine kore, što uzrokuje naprezanja Zemlje i mehanička kretanja koja se pretvaraju u podrhtavanja čiji se talasi prenose na razne strane. Te razne pulsacije i kretanja javljaju se kao posledica unutrašnjeg zbivanja u samoj Zemlji.

Seizmičnost terena za područje Jablanice i Konjica tj. ocjena seizmičkog hazarda izvršena je na osnovu važećih Seizmoloških karata i Seizmotektonske karte Bosne i Hercegovine.

Na ovim kartama, osnovni stepen seizmičnosti za ovo područje iznosi VI^o-VII^o MCS.

5. ODRONI I OSULINSKE PADINE

Odroni

Su proces otkidanja i naglog stropošćavanja stijenskih masa, sa slobodnim padanjem, razbijanjem i poskakivanjem blokova ili komada po strmim odsjecima brdskih padina ili kosina i u obalama rijeka i jezera. Odroni pripadaju gravitacionim procesima, koji počinju pojavom prslina i pukotina koje djelimično ili potpuno okonturuju labilne blokove stijena na padinama.

Mogu nastati i kao rezultat djelovanja seizmičkih sila u tektonski jače ispucalim sredinama. Kada dođe do odvaljivanja stijenske mase, ona se iz gornjeg dijela padine obično prvo translatorno ili rotaciono premješta po padini, a zatim slobodnim padom kreće u niže dijelove i to sa ogromnom silom udara o površinu terena. Usled udara, otkinuta masa često se raspada u manje blokove i drobinu koja dalje može poskakivati i kotrljati se sve do zaravnjenih dijelova padine ili korita rijeke gdje dolazi do akumulacije odronjenog materijala. Uzročnici nastanka odrona mogu biti prirodni i tehnogeni.

Prirodni su: hemijsko-mineraloško petrografski sastav stijena i otpornost na egzogene agense, heterogenost materijala i selektivni karakter raspadanja, procesi promjene naponskih stanja u pojedinim dijelovima stijenskog masiva i pojava progresivnog sloma, ispucalost stijena usled aktivnih tektonskih procesa, kristalizacije mineralnih soli u pukotinama stijena, sufoziona ispiranje sitnozrnih čestica kod velikih atmosferskih padalina i hemijsko rastvaranje stijena pri karstnim procesima, insolacioni procesi, klimatske karakteristike, geomorfološke karakteristike terena i nagibi terena, nepovoljan prostorni položaj elemenata sklopa slojevitosti i pukotina u odnosu na dispoziciju prirodnih padina i zemljotresi koji mogu značajno ubrzati proces otkidanja i obrušavanja stijenskog masiva.

Zona odronjavanja je dio padine u kome se nalaze labilne stijenske mase i gdje dolazi do odronjavanja. Kod svakog odrona razlikuje se njegov erozioni, denudacioni i akumulacioni dio. Pokrenuti materijal odrona ima svoju zonu otkidanja ili prihranjivanja, zonu tranzita i zonu akumulacije. Svakom odronu mogu se odrediti morfometrijski elementi kao što su podloga, dužina, širina, čelo, nožica, tijelo, debljina, granica, površina i zapremina odrona.

Odrone može podijeliti prema vrsti stijena, prema veličini tijela odrona, prema zapremini, prema mjestu događanja itd.

Osulinske padine

Predstavljaju proces gravitacionog premiještanja produkata fizičkog raspadanja čvrstih stijena, u hipsometrijski višim dijelovima terena. Krupnoća drobinskog materijala je manja od 1 m^3 . Osipanje nastaje kao posledica gravitacionog prenošenja klastičnog materijala niz padine do podnožja.

Padine zahvaćene osipanjem imaju denudacioni i akumulacioni dio. Denudacioni dio zahvata padine sa nagibom preko 35° . Kod nagiba terena $\leq 50^\circ$ oblik padine je izbrazdan linijskim žljebovima i udubljenjima, poznatim kao točila dubine 1-2 m.

Na akumulacionom dijelu, padina ima nagib manji od $30-35^\circ$ a brzina transporta postepeno se gasi. Akumulacioni materijal se obično u podnožju širi u vidu lepeze-konusa. Akumulacije drobinskog materijala u siparu nazivaju se koluvijalni pokrivač (koluvij).

6. INŽENJERSKOGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE TERENA

U građi terena, sa inženjerskogeološkog aspekta, učestvuju slijedeće kategorije:

- nasip
- deluvijalni pokrivač (*koluvijalne naslage*)
- aluvijalni pokrivač i
- geološki substrat

Nasip (n) je većinom zamaskiran blatno bujičnim tokom transportovanog materijala. Vidljiv nasip je u trupu magistralnog puta i željezničke pruge u Donjoj Jablanici. To je zaglinjeni tehnogeni materijal.

Deluvijalni pokrivač (dl) je ujedno drobinski pokrenuti i nagomilani materijal **coluvij (co)** i determinisan je na padinskom dijelu istražnog prostora duž novoformiranog žlijeba - kontura pokrenutog sipara i same formirane lepeze do obale Neretve u Donjoj Jablanici.

U građi ovih naslaga učestvuje uglavnom krečnjačka i dolomitna drobina promjenljive granulacije, od krupnoće tucanika do pojedinačnih većih blokova samaca koji kao beskorjena tijela plivaju u drobinskom materijalu. Materijal je nastao procesima fizičkog raspadanja krečnjaka i dolomita u višim dijelovima terena. On pozicijski leži preko supstrata dolomita u vidu rastresitog zastora, promjenljive je debljine.

U građi deluvijalnog pokrivača učestvuju u velikoj mjeri i raspadnuti te vodeno bujičnim tokom transportovani materijali verfena, pjeskoviti laporci, laporoviti krečnjaci, krečnjaci i glina.

Gline imaju vrlo promjenljiva i neujednačena fizičko-mehanička svojstva, što uglavnom zavisi od procentualnog sadržaja vode. U vazdušno suhom stanju, one imaju relativno povoljna svojstva, u vodozasićenom stanju se pretvaraju u lahko pokretljivu blatno-kašastu masu, dok su u stanju prirodne vlažnosti podložne bubrenju, povećanom slijeganju ili pri niskim temperaturama mraznom bubrenju.

Fizičko - mehanička svojstva ovih materijala su uglavnom povoljna.

Prema GN 200 krečnjačka drobina spada u III - IV kategoriju iskopa.

Uopštene fizičko-mehaničke osobine klastičnih eluvijalno-deluvijalnih (**dl**) tvorevina su:

-Vezane stijene, djelimično i polukamenite, posjeduju kristalizacionu vezu, ali ne tako čvrstu kao kod kamenitih stijena. Postojanost ovih stijena nije velika naročito kad su u kontaktu sa površinskim i podzemnim vodama. Pri jačim opterećenjima mogu da ispolje i stišljivost. Odlikuje ih prvenstveno mala poroznost i higroskopnost. Vodonepropusne su izuzev izlomljenih masa.

-Poluvezane stijene, vezane su česticama čija je veza ostvarena vodnokoloidnim tipom. Karakteristike ovih stijena su uslovljene odnosom čvrstih čestica, vode i vazduha u jedinici zapremine, te mineralnim i granulometrijskim sastavom. Ove stijene zbog disperznog sastava lako mijenjaju stanje konzistencije i zbijenosti sa izmjenom vlažnosti. Ukoliko u sebi sadrže samo higroskopsku fizički vezanu vodu, onda su one relativno čvrste (suhe gline).

-Nevezane stijene, izgrađene su od mineralnih čestica koje se samo međusobno dodiruju. Mase ovih stijena su tijela koja nastaju usled dejstva gravitacije. Njihova poroznost, vodopropusnost i stišljivost zavise od vrste, veličine, oblika i složenosti zrna. Fizičko-mehaničke osobine ovih stijena pod uticajem vode nisu toliko promjenljive kao kod poluvezanih glinovitih stijena.

Koluvijalni - delapsioni pokrivač (co) je u konturama aktivnih klizišta/odrona i to je pokrenuti dio terena koji je po građi litoloških članova isti kao deluvijalni pokrivač (dl) i nasip. Proces spiranja uzrokovan je oticajem oborinskih voda čime nastaju vododerine. Proces jaružanja jači je oblik spiranja uzrokovan većim bujičnim tokovima čime nastaju jaruge. Vodeni tokovi koji odnose erodovani detritus odlikuju se velikim specifičnim pronosom čvrstih čestica.

Aluvijalni pokrivač (al) je konstatovan u ravničarskom dijelu lokacije na prostoru nanosa rijeke Neretve na kraju proluvijalne lepeze transportovanog sipara i ostalog klastičnog materijala. U građi aluvijuma učestvuju humusne pjeskovite gline, pjeskovite gline smeđe do svijetlosive boje, krečnjačka i dolomitska drobina te u dubljim dijelovima geološkog profila nalaze se šljunkovi koji su konstatovani na osnovi vizuelnog opažanja.

Aluvijalni pokrivač ima vrlo promjenljiva fizičko - mehanička svojstva, što uglavnom zavisi od prirodne sadržine vode. Prema GN 200 aluvijalne naslage spadaju u II - III kategoriju iskopa.

Geološki supstrat (gs) prema svom položaju u građi terena, predstavlja podinski hidrogeološki izolator koji spriječava gravitaciono procjeđivanje podzemnih voda u dublje dijelove stijenskog masiva. Površinske vode, naročito u hidrološkom maksimumu, zbog morfološkog oblika terena predstavljaju potencijalnu smetnju. Supstrat grade krečnjačke i dolomitne stijene donjeg i srednjeg trijasa. Supstrat je vidljiv u gornjem dijelu padine gdje su markantno primjetni izdanci ovih stijena i na samom tjemenu padine. Krečnjaci su slojevite do bankovite teksture, kristalaste do kriptokristalaste strukture, blokovski izdijeljeni pukotinskim diskontinuitetima i značajno karstifikovani. Dolomit je kompaktan i vodonepropustan. To su stijene povoljnih fizičko - mehaničkih svojstava. Prema GN 200, krečnjaci spadaju u V - VII kategoriju iskopa.

Glina je sitnozrna klastična stijena, čestica manjih od 0,002 mm, grade je osnovni minerali ilita, kaolinita i montmorionita a može imati i primjese kvarca, hlorita, kalcita i dr.

Pokrivač zbog svoje rastresitosti i procentualne zastupljenosti pjeskovite frakcije, obično sadrži podzemne vode lutajućeg tipa male izdašnosti, koje se sporo infiltraciono procjeđuju u tlo za vrijeme atmosferskih oborina. Prisustvo ovih voda bitno utiče na povećano raskvašavanje i degradaciju fizičko-mehaničkih svojstava tla pokrivača, a na mjestima njihovog pojavljivanja mogu se javiti i pojave otkidanja i klizanja zemljanog materijala.

Izražajnja koncentracija podzemnih voda može se očekivati na kontaktu sa supstratom.

Pijesak je nevezani klastični sediment čija je veličina zrna od 0,002-2 mm. Transportovan je vodom, lednicima i vjetrom. Prema veličini zrna je krupnozrni, srednjezrni i sitnozrni.

Pješčar je vezani klastični sediment. Nastaje vezivanjem pijeska ali u svom sastavu može i da ima odlomke stijena, najčešće rožnjaca, kvarcita, vulkanskih stijena, glinenih škriljaca. Cementna materija kod pješčara najčešće je silicijska, karbonatna ili gvožđevita. Pa prema vrsti veziva dobivaju i nazive kao silicijski, kalcitski, laporoviti, glinoviti, gvožđeviti. Pješčari su slojeviti a mogu biti i masivni. Slojeviti pješčari često su razdvojeni proslojcima gline.

Alevrolit je vezana klastična sitnozrna stijena koja nastaje vezivanjem čestica praha i u njegov sastav ulazi kvarc, feldspat i liskun. Cemanatna materija je najčešće karbonatna.

Drobina je izgrađena od nezaobljenih nevezanih stijena čija veličina komada prelazi 2 mm. Nastaje mehaničkim putem, najčešće drobljenjem stijena na padinama, odakle gravitaciono dolazi u podnožje padine i formira nove morfološke oblike.

Laporac je stijena izgrađena od karbonatne i glinovite komponente. To su sitnozrne stijene, sive, plave, žućkaste ili zelenkaste boje.

7. ANALIZA VREMENSKE SITUACIJE ZA 03. i 04 .10. 2024.¹

Sinoptička situacija za četvrtak (03.10.2024.) pokazuje na snažan prodor hladne vazdušne mase sa sjevera Evrope prema jugu (Slika 1). Ova vazdušna masa, pod uticajem anticiklone nad Skandinavijom i ciklone smještene nad Atlantskim okeanom, kretala se prema zapadnoj Evropi i Jadranskom moru. Tokom dana, hladan zrak je počeo prodirati u područje središnje Evrope, uzrokujući pad temperature zraka i jačanje sjeveroistočnog vjetrova. Hladna vazdušna masa se postepeno širila prema Balkanu, uz izražene frontalne poremećaje. Hladni front je pri ulasku u Jadranski bazen izazvao destabilizaciju atmosfere, što je za posljedicu imalo nastanak plitkog ciklonskog centra nad središnjim Sredozemljem. Bosna i Hercegovina se u tom trenutku nalazila u toplijem sektoru ispred fronta, s jugozapadnim strujanjem koje je

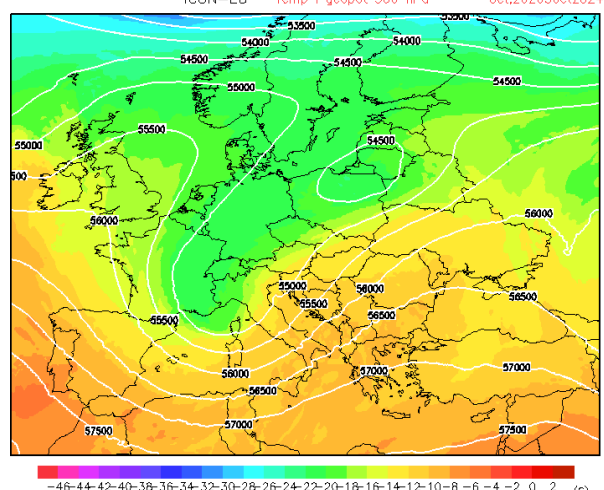
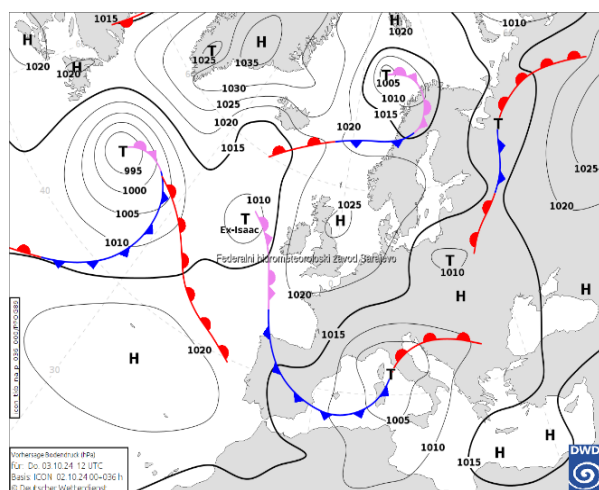
¹ Federalni hidrometeorološki zavod

donosilo vlažan i nestabilan zrak u naše predjele. Tokom četvrtka (03.10.2024.), hladni front je značajno napredovao prema jugoistoku, a plitki ciklonalni centar nad srednjim Sredozemljem dodatno se intenzivirao (Slika 2). Ciklonalna aktivnost povukla je vlažan i nestabilan zrak sa mora prema Balkanu, što je rezultiralo izraženim vremenskim nepogodama širom Bosne i Hercegovine.

Obilne padavine praćene grmljavinom i povremenim olujnim udarima vjetra zabilježene su u zapadnim i južnim dijelovima zemlje. Orografski efekti duž Dinarskih Alpa značajno su pojačali intenzitet kiše, posebno u području Hercegovine i južnih dijelova središnje Bosne.

Do subote (05.10.2024.) poslije podne, centar ciklone se pomjerio prema istoku, što je rezultiralo slabljenjem padavina nad Bosnom i Hercegovinom. Ipak, zaostali lokalni pljuskovi i dalje su bili prisutni, posebno na jugu zemlje. Južno strujanje u prizemlju i dalje je donosilo vlagu iz Jadranskog mora, dok je hladan zrak u višim slojevima atmosfere održavao uslove za razvoj lokalnih pljuskova.

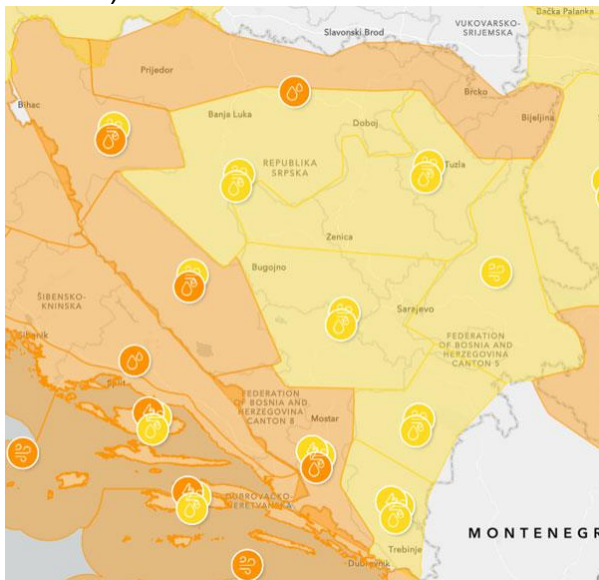
Najintenzivnije padavine su tokom cijelog perioda zabilježene u područjima sjeverne Hercegovine i južnih dijelova središnje Bosne. Količina padavina u ovim regijama lokalno je prelazila 100 mm, uzrokujući bujične poplave u pojedinim riječnim tokovima.



Slika 11. Sinoptička situacija za 3.10.2024. (ICON model; Slika 12. Temperatura i geopotencijal za 3.10.2024. (GFS model)

Upozorenje

Meteorološke službe u Bosni i Hercegovini (Federalni hidrometeorološki zavod i Republički zavod RS) u okviru MeteoAlarma su izdale upozorenje 02.10.2024., na obilne padavine za

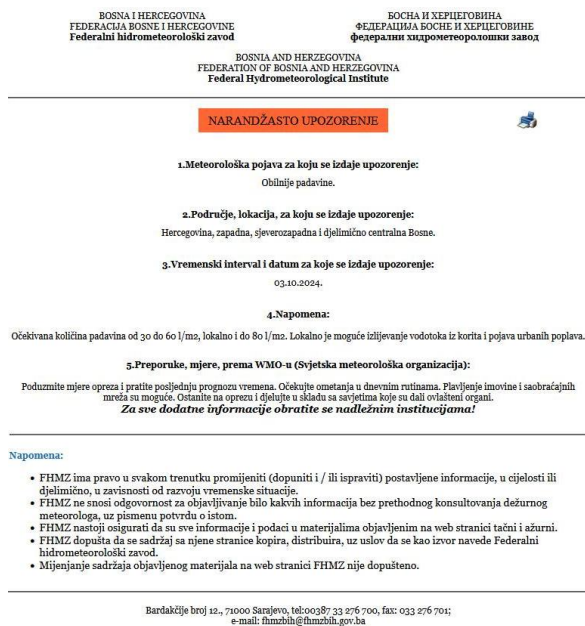


03.10.2024. (Slika 13.), prije početka istih, savjetujući stanovnike da budu oprezni zbog nepovoljnih vremenskih uslova i potencijalnih poplava.

U skladu sa dostupnim modelima za numeričku prognozu vremena je izdato upozorenje za područje Hercegovine, kao i zapadne, sjeverozapadne i centralne Bosne. U navedenim regijama očekivani intenzitet padavine se kretao između 30 i 60, do 80 l/m².

Napominjemo da se upozorenja u okviru MeteoAlarma izdaju u vremenskom intervalu 0-24 h.

Slika 13. Upozorenje u okviru MeteoAlarm-a na obilne padavine za 03. i 04. oktobar 2024. godine

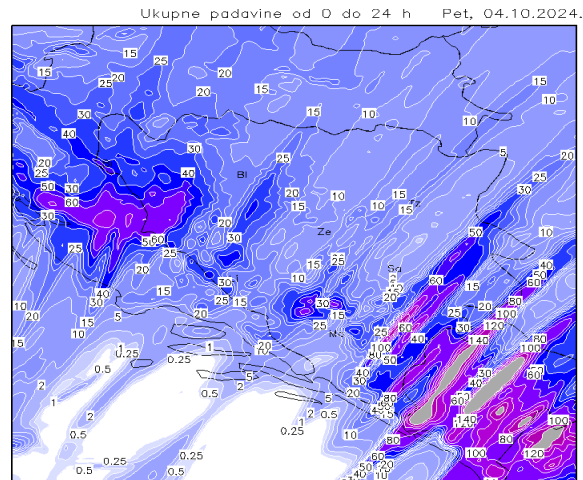
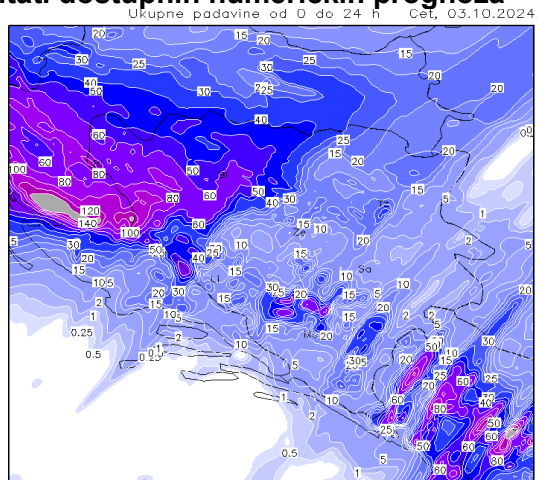


Na temelju dostupnih meteoroloških, hidroloških prognoza i raspoloživih platformi uključujući European Flood Awareness System (EFAS), Federalni hidrometeorološki zavod izdaje upozorenje zbog očekivanih obilnih padavina na području Hercegovine, zapada, sjeverozapada i djelimično centralne Bosne za dan 03. oktobar 2024. godine uz napomenu da su očekivane količine padavina od 30 do 60 l/m², lokalno i do 80 l/m² kao i pojavu izlivanja vodotoka iz korita i pojavu urbanih poplava.

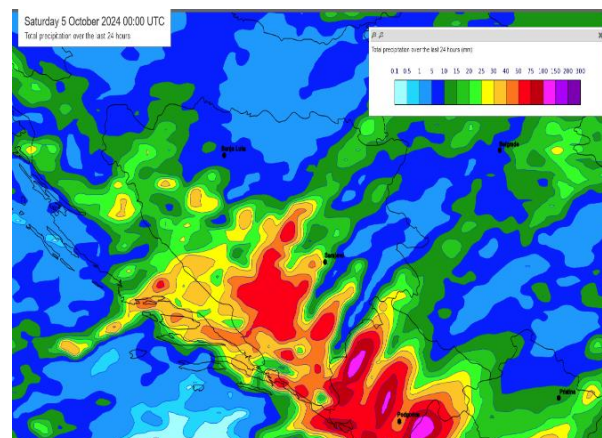
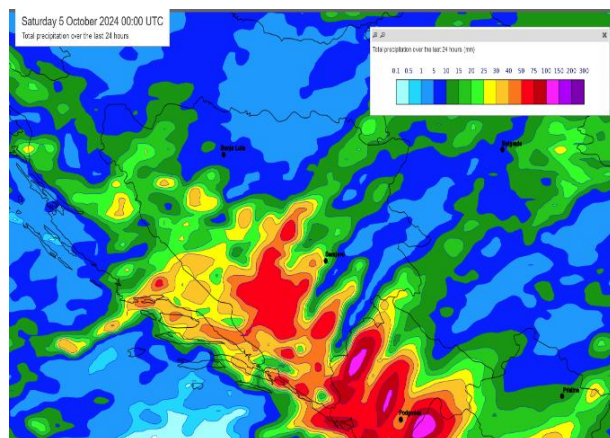
Također u skladu sa svojim nadležnostima Federalni hidrometeorološki zavod šalje Obavijest o mogućim bujicama i klizištima Agencijama za vodna područja sliva Save i Jadranskog mora, Federalnoj civilnoj zaštiti i Ministarstvu sigurnosti BiH, Centar 112.

Slika 14 Meteorološko upozorenje FHMZ na obilne padavine za 03. oktobar 2024. godine

Rezultati dostupnih numeričkih prognoza



Slike 15a i 15b. Prognoza padavina prema modelu ALADIN za 03. i 04. oktobar 2024. godine



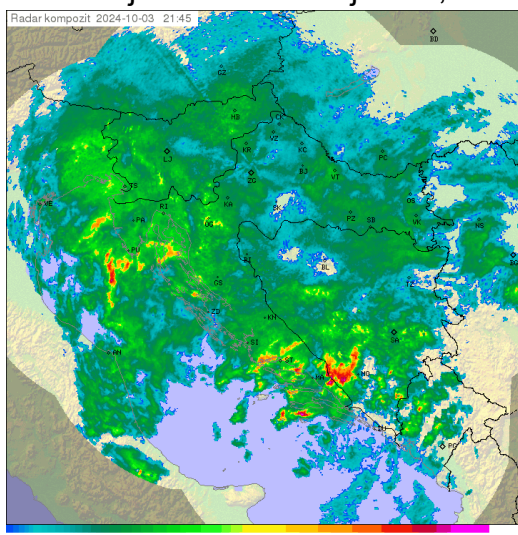
Slika 16 a i 16b. Prognoza padavina prema modelu ECMWF za 03. i 04. oktobar 2024. godine

Slike prikazuju akumulirane padavine u periodu od 24 sata, jasno su vidljiva područja s intenzivnijim padavinama, što je u skladu s izdanim upozorenjima.

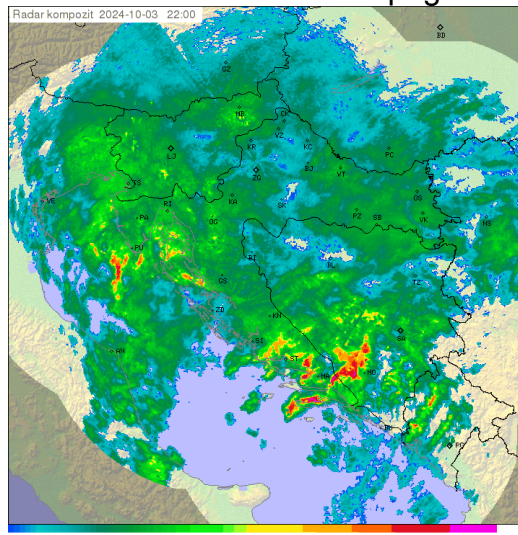
Analiza događaja na osnovu radarskih slika

Radarske slike korištene u analizi ustupio nam je Državni hidrometeorološki zavod Republike Hrvatske. U noći sa četvrtka na petak, (03. na 04. oktobra 2024.) topla i vlagom bogata zračna masa sa juga zahvatila je prostor Bosne i Hercegovine. U ranim jutarnjim satima u petak, 04. oktobra 2024. godine, ova zračna masa proširila se i na planinski sjever i sjeverozapad Hercegovine, donoseći specifične meteorološke uslove koji su rezultirali obilnim padavinama praćenim grmljavinom.

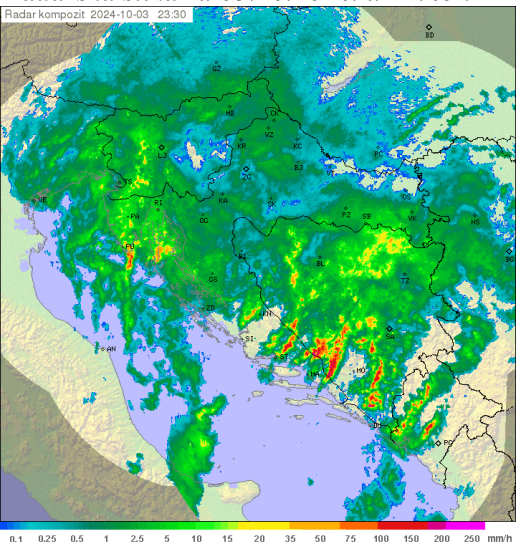
Zbog planinskog masiva Dinarida, došlo je do uzlaznog strujanja zraka, čime se topla i vlažna zračna masa, penje uz planinske padine (uplift) i adijabatskim procesom hlađenja zraka pri uzdizanju, uzrokuje snažne konvektivne procese, a time i intenzivne padavine praćene grmljavinom. Najintenzivnije padavine zabilježene su na širem prostoru planinskog zaleđa Hercegovine, gdje orografski efekti planinskog masiva dodatno pojačavaju intenzitet i količinu padavina. Ovaj proces je tipičan za jesenje periode kada se topla mediteranska zračna masa sudara sa hladnijim zrakom sa sjevera, stvarajući ekstremne vremenske nepogode.



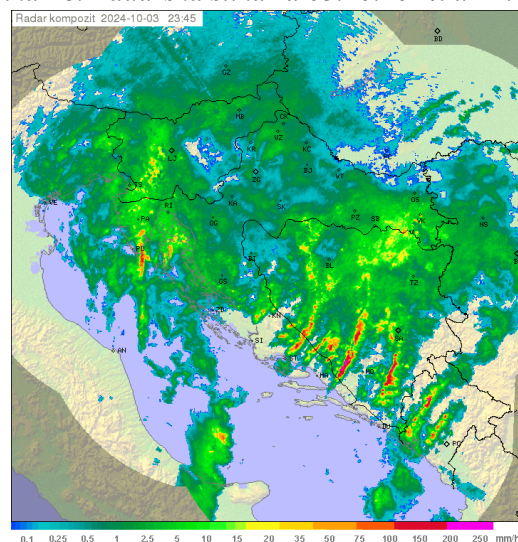
Slika 17. Radarska slika za 03.10.2024. u 21:45h



Slika 18. Radarska slika za 03.10.2024. u 22:00h

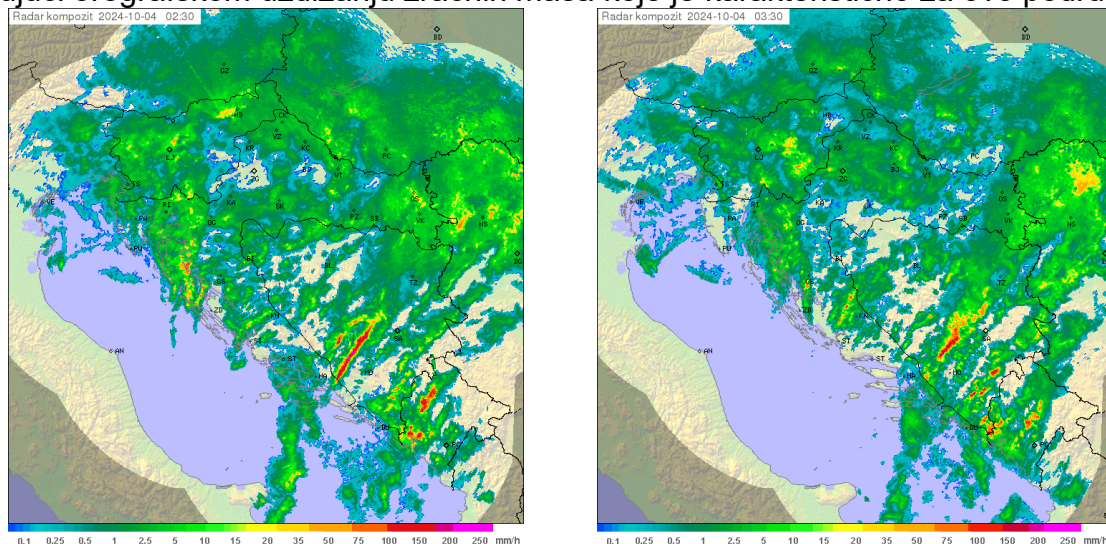


Slika 19. Radarska slika za 03.10.2024. u 23:30h



Slika 20. Radarska slika za 03.10.2024. u 23:45h

Na radarskim slikama (prikaz akumuliranih satnih padavina) je vidljiv početak događaja 3.10.2024. oko 21 h, zabilježen na području zapadne i sjeverozapadne Hercegovine. Na širem području Jablanice, padavine su se kretale prema sjeveroistoku, zadržavajući isti intenzitet zahvaljujući orografskom uzdizanju zračnih masa koje je karakteristično za ovo područje.



Slika 21. Radarska slika za 04.10.2024. u 02:30h Slika 22. Radarska slika za 04.10.2024. u 03:30h

Tokom noći, padavine su se nastavile kretati prema unutrašnjosti kontinentalnog dijela Bosne i Hercegovine, zahvativši južne dijelove sliva rijeke Fojnice. Intenzivne padavine su se proširile na središnje dijelove zemlje, ali su se postepeno smanjivale prema unutrašnjosti.

U jutarnjim satima i prije podne, intenzitet padavina postepeno slabi i tokom dana uglavnom prestaje. Premještanje ovog sistema bilo je sporo, što je dodatno doprinijelo dužem trajanju padavina u pogođenim područjima.

Na području najteže pogođenom katastrofalnim bujicama i poplavama trajanje padavina je uglavnom ujednačeno i kreće se u intervalu od 9 – 11 sati što se može vidjeti u tabeli 1.

Tabela 1. Najveće izmjerene količine padavina u periodu od 03. do 04. oktobra 2024. godine prema povratnom periodu. Navedene su količine padavina u (mm), datum i sat početka i kraja poplavnog događaja, trajanje u satima i procjena povratnog perioda izražena u godinama

METEOROLOŠKA STANICA/POSTAJA	KOLIČINA PADAVINA/OBORINA (mm)	TRAJANJE DOGAĐAJA 03.10.2024-04.10.2024. godine		PROCJENA POVRATNOG PERIODA (godine)
		POČETAK - KRAJ	SATI	
³ GORANSKO P.	425,5	03.10. 18:00 - 04.10. 05:00	11	> 100 *
³ HE JABLANICA	295,3	03.10. 18:00 - 04.10. 05:00	11	> 100 *
⁴ JABLANICA	289,5	03.10. 19:00 - 04.10. 05:00	10	> 100 *
³ HE GRABOVICA	225,4	03.10. 19:00 - 04.10. 05:00	10	> 100 *
³ DREŽNICA	196,3	03.10. 17:00 - 04.10. 06:00	13	> 100 *
² TREŠNJEVICA	188,5	03.10. 19:00 - 04.10. 06:00	11	> 100 *
² JASENIK	158,6	03.10. 21:00 - 04.10. 06:00	9	> 100 *
¹ KISELJAK	149,6	03.10. 22:00 - 04.10. 08:00	10	> 100 *
¹ ŠIROKI BRIJEG	138,8	03.10. 18:00 - 03.10. 22:00	4	> 100 *
³ HAGENUK	120,1	03.10. 22:00 - 04.10. 06:00	10	> 100
¹ IVAN SEDLO	114,2	03.10. 21:00 - 04.10. 06:00	9	> 100
¹ VISOKO	112,4	03.10. 22:00 - 04.10. 08:00	10	> 100
² JASENJANI	94,3	03.10. 19:00 - 03.10. 22:00	4	20-50
² BEGANOVIĆ-KOZO	87,7	03.10. 20:00 - 04.10. 02:00	6	50-100
³ GLAVATIČEVO	53,2	03.10. 18:00 - 04.10. 08:00	13	2-5
³ HE SALAKOVAC	39,6	03.10. 17:00 - 03.10. 21:00	4	-

¹ Baza podataka Federalnog hidrometeorološkog zavoda

² Baza podataka Agencija za vodno područje Jadranskog mora, podaci dostupni u bazi FHMZ sa zakašnjenjem od 24 sat

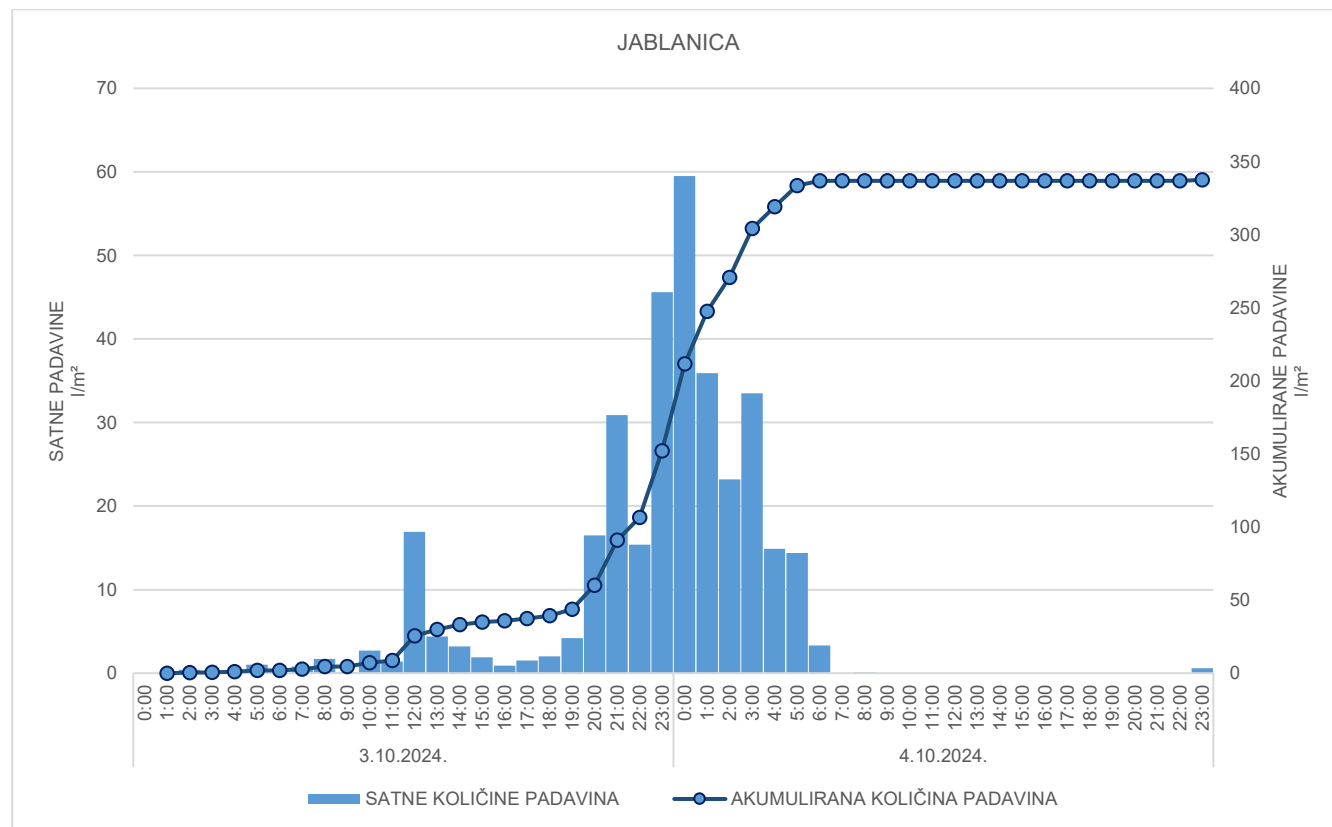
³ Baza podataka Javnog preduzeća Elektroprivreda Bosne i Hercegovine, podružnica Hidroelektrane na Neretvi

⁴ Baza podataka Javnog preduzeća Ceste Federacije Bosne i Hercegovine

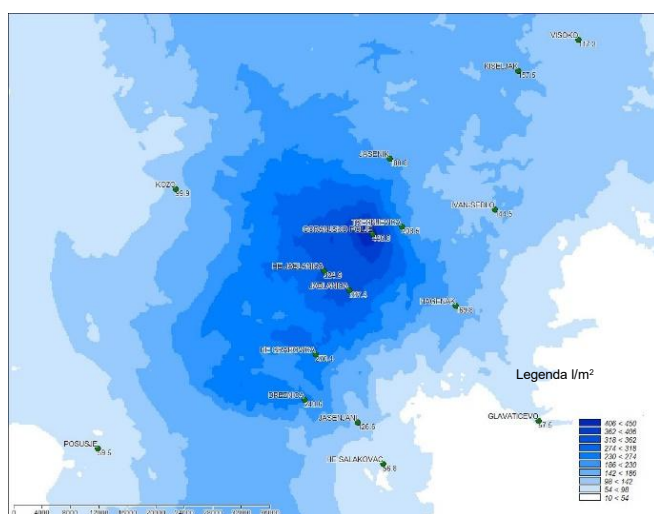
* Količine padavina značajno prevazilaze povratni period "jednom u 100 godina"

Iz priloženih dijagrama se jasno može uočiti da su u satima koji su prethodili početku poplavnog događaja registrirane padavine slabog do umjerenog intenziteta koje su dovele do saturacije

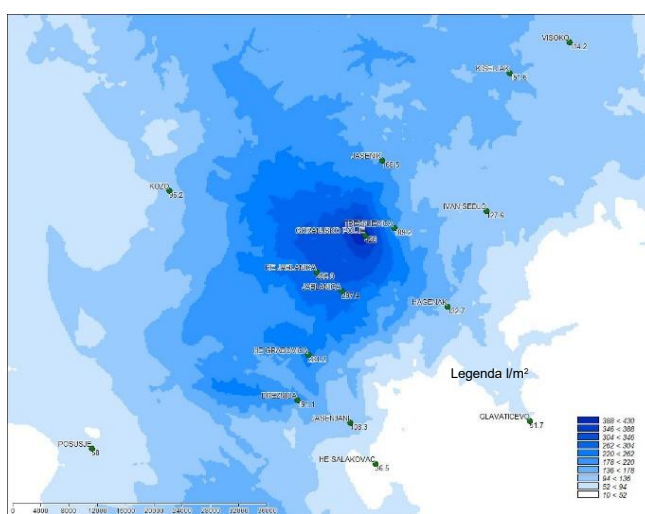
tla koje više nije bilo u mogućnosti infiltrirati padavine jakog intenziteta i vrlo brzo po početku poplavnog događaja je došlo do pojave površinskog otjecanja koje je u konačnici rezultiralo katastrofalnim bujicama, kameno-blatnim tokovima, klizištima i poplavama.



Slika 23. Satne i akumulirane količine padavina u Jablanici

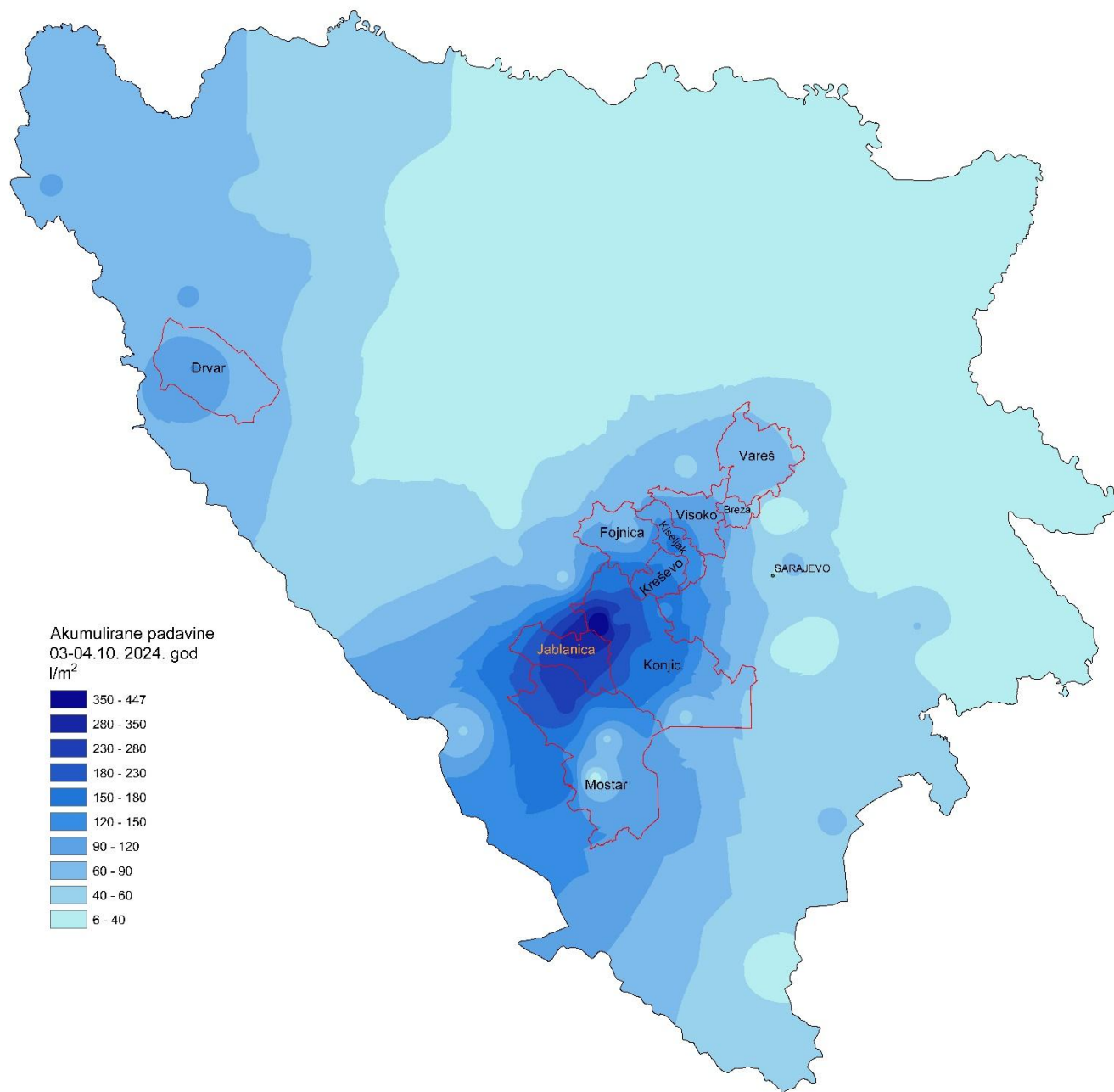


Slika 24a. Ukupne količine padavina za 03. i 04. oktobar 2024. godine



Slika 24b. Ukupne količine padavina od 19:00 sati 03.10.2024. do 08:00 sati 04.10.2024. godine

Ukupne količine padavina za 03. i 04. oktobar 2024. godine



Slika 25. Ukupne količine padavina za 03. i 04. oktobar 2024. godine.

8. EGZOGENI GEOMORFOLOŠKI PROCESI I DINAMIKA DEBRITNIH TOKOVA

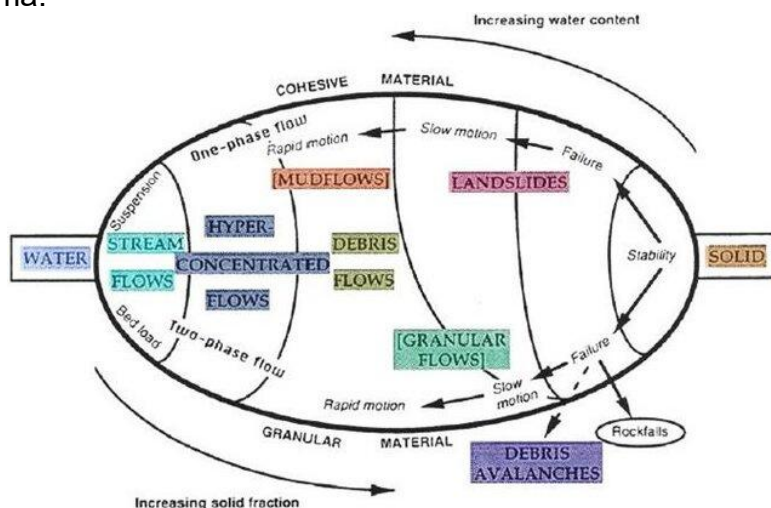
Debritni tokovi predstavljaju destruktivne geomorfološke procese koji uključuju kretanje zasićenih masa tla, stijena i vode niz padine i kroz vodotoke. Na području Jablanice i Konjica, ovi tokovi su relativno česti zbog strmih padina, velike količine nekoherentnog materijala i učestalih intenzivnih padavina. Karakteristični su za brdsko-planinske predjele, gdje nagli porast protoka vode uzrokuje destabilizaciju tla i stijena, što rezultira brzim i snažnim tokovima koji nanose štetu infrastrukturi, poljoprivrednim površinama i ekosistemima.

Kroz analizu, debritni tokovi mogu se podijeliti u tri faze: inicijaciju, tranziciju i depoziciju. Svaka od ovih faza ima specifične procese koji oblikuju tok i određuju njegov destruktivni potencijal. U nastavku su opisane glavne faze i ključni mehanizmi koji karakterišu debritne tokove na ovom području.

Faza inicijacije

Rapidno kretanje mase na istočnim padinama Čvrstnice složen je egzogeni geomorfološki proces koji, kroz niz geoloških procesa, rezultira formiranjem **debritnog toka** (*debris flow*) kao vrste bujičnog toka. Na osnovu vrste pokrenutog materijala, granulacije, udjela vode i čvrstih čestica može se definirati kretanje mase (tla i stijena) na strmim padinama.

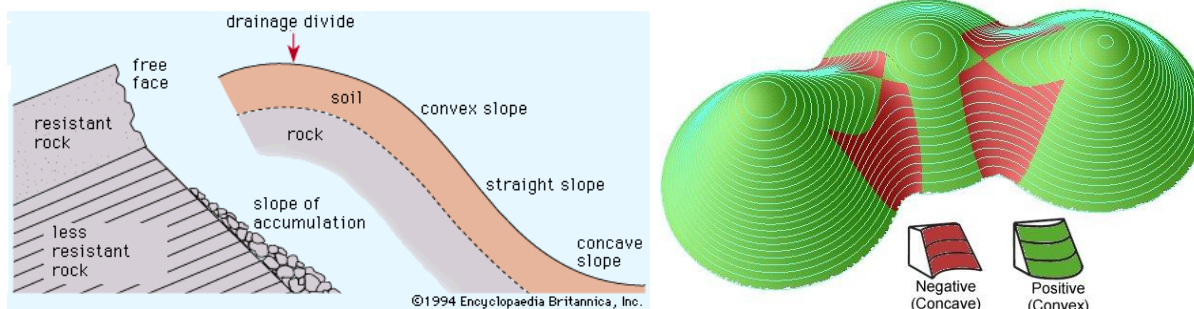
S povećanjem sadržaja vode u čvrstim materijalima (kohezivnom i granularnom) dolazi do narušavanja stabilnosti i pokretanja čvrstih masa (Slika 26). Kod nekoherentnih materijala to su odroni, osuline, stijenske lavine, dok kod koherentnih dolazi do aktiviranja klizišta. Daljim povećanjem sadržaja vode povećava se i brzina kretanja materijala pa klizišta prelaze u blatne tokove (*mudflow*) ili tokove sa sitnozrnim materijalom, dok granularni materijali formiraju debritne tokove ili tokove krupnozrnog materijala. S dodatnim rastom udjela vode, tokovi postaju hiperkoncentrisani s dvofaznom strukturom i tečnim ponašanjem, dok na samom kraju spektra visoki udio vode i mali udio čvrstih čestica karakterišu stabilne vodene tokove u klasičnim vodotocima.



Slika 26. Klasifikacija kretanja mase na strmim padinama kao funkcija čvrste frakcije i vrste materijala. (Coussot & Meunier 1996.)

Prijelazi između tipova tokova u dijagramu su konceptualni, a ne tačno definirani, jer se specifične karakteristike toka mogu razlikovati u zavisnosti od lokalnih uvjeta, kao što su nagib, svojstva materijala i brzina toka. S obzirom na složenost geološke i geomorfološke građe i antropogeni uticaj, geomorfološki proces na padinama iznad Donje Jablanice obuhvatao je većinu spomenutih formi kretanja, ali je debritni tok dominirao posmatrajuci događaj kroz sve faze, od inicijacije, preko tranzicije do depozicije materijala.

Vršni padinski dijelovi sliva karakterišu se strmim terenima sa nagibom koji prelazi 30 stepeni. Trošenjem stijena, produkti raspadanja gravitacionim putem se transportuju u podnožje padine odnosno u njene dijelove koji imaju konkavni oblik tj, negativnu zakrivljenost po padu. Tu dolazi do formiranja akumulacije materijala, pretežno klastičnog granuliranog koluvijalnog materijala (poglavlje 5).



Slika 27. Akumulacija nekoherentnog materijala u zoni gdje padina poprima konkavan oblik (lijevo). Akumuliranje materijala se povećava kada postoji i negativna zakrivljenost u planu (slika desno).

Tokom intenzivnih padavina, voda se ne može u potpunosti infiltrirati u tlo, zbog čega počinje teći niz strme padine velikom brzinom. Ovaj površinski tok izaziva eroziju nagomilanog koluvijalnog materijala, ali istovremeno zbog svoje visoke vodopropusnosti brzo upija vodu. Time se povećava porni pritisak u materijalu, smanjuje efektivni normalni napon i čvrstoća na smicanje, što dovodi do hidrauličkog sloma nekoherentnog materijala ili aktiviranja plitkih klizišta.

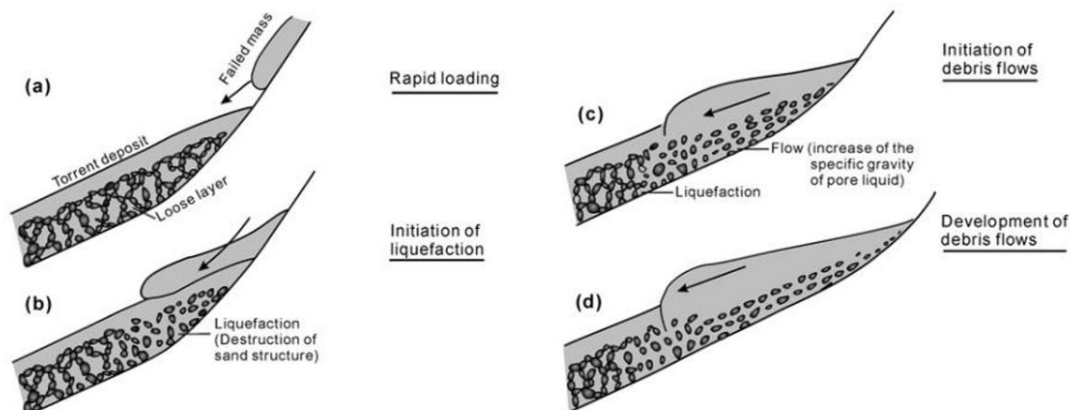


Slika 28a. Mjesto iniciranja primarnog debrinog toka u koluvijalnom materijalu, 770 m.n.v.



Slike 28b. Mjesto iniciranja primarnog debrinog toka u koluvijalnom materijalu, 770 m.n.v.

Kako se klizna masa pokreće niz padinu, ubrzava i prolazi kroz proces dezintegracije, pri čemu se čestice usitnjavaju i odvajaju, gubeći prvobitnu strukturu. S vremenom, klizna masa dospijeva u prirodni drenažni kanal – padinsko korito – u kojem se već nalazi tekući vodeni tok. Ovo korito, pored vode, sadrži i akumulirane produkte raspadanja stijena koje su se pod uticajem gravitacije akumulirale na tom mjestu.



Slika 29. Ilustracija inicijacije debritnog toka zbog iznenadnog opterećenja i likvefakcije

Kako klizna masa dolazi u kontakt s ovim zasićenim granuliranim materijalom u koritu, dolazi do dodatnog opterećenja nanosa kliznom masom i smičućim naponom. Ovaj dodani stres povećava pritisak u porama unutar nanosa, dok istovremeno ograničava odvođenje vode iz pora, stvarajući uslove za likvefakciju. U ovom trenutku, zasićeni materijal u koritu više ne može zadržati svoju strukturu i počinje se ponašati poput tečnosti (Slika 29).

Ovaj proces vodi ka konačnom slomu strukture čestica i formiranju debritnog toka. Debitni tok se sada sastoji od klizne mase, nanosa iz korita i vode, koji se zajedno kreću niz padinu velikom brzinom, noseći sa sobom rastresite i razgrađene stijene i tlo. Rezultat je brz i destruktivan tok visoke gustoće, koji počinje vršiti snažnu eroziju niz korito.

Faza tranzicije

Tranzicija debritnog toka predstavlja fazu u kojoj klizne mase, nakon inicijalne destabilizacije, ulaze u stanje ubrzanog kretanja niz padinu i kroz korita vodotoka. Tokom ove faze, masa prelazi iz statičnog u dinamično stanje, gdje gravitacija, zajedno s hidrološkim i geomorfološkim faktorima, značajno povećava njenu brzinu i kinetičku energiju. Ključni aspekt tranzicije je kontinuirano povećanje volumena i destruktivnog potencijala toka usljed interakcije s okolnim materijalom i topografijom.

U toku tranzicije, masa toka prolazi kroz erozione procese, pri čemu se materijal iz korita i bočnih padina uključuje u tok. Ovo povećanje volumena uzrokuje dodatnu energiju i sposobnost transporta većih čestica, uključujući stijene i blokove. Granulometrijska struktura toka postaje raznovrsnija, pri čemu krupni fragmenti gravitiraju prema bokovima toka, dok se finiji materijal centralizuje i olakšava fluidno kretanje.

Kinetička energija tokom tranzicije omogućava transport materijala na velike udaljenosti, pri čemu tok formira slojeve različite granulacije. Brzina toka ovisi o nagibu padine, količini vode i granulometrijskom sastavu. Strmije padine omogućavaju veću brzinu i turbulentnije kretanje, što povećava destruktivni potencijal toka. U ovim uvjetima, tok može oštetiti postojeću infrastrukturu, uklanjati vegetaciju i stvarati erozione kanale.

Tranzicija završava kada tok uđe u zone smanjenog nagiba, gdje se brzina smanjuje, a kinetička energija toka opada. Ovo priprema tok za fazu depozicije, gdje dolazi do taloženja materijala u skladu s njegovom granulometrijskom strukturom i hidrauličkim uvjetima.

Faza depozicije

Faza depozicije debrinog toka započinje u trenutku kada tok uđe u područja smanjenog nagiba ili se susretne s barijerama koje usporavaju njegovo kretanje. U ovoj fazi dolazi do progresivnog smanjenja brzine toka, što rezultira taloženjem materijala koji je bio u transportu. Depozicija je ključna faza jer oblikuje geomorfološke karakteristike toka i određuje distribuciju taloženog materijala.

Prvi materijal koji se taloži su krupni fragmenti poput stijena i blokova, koji zahtijevaju najveću energiju za transport. Ovi fragmenti obično završavaju u blizini ulaza u zone depozicije, formirajući grube, heterogene naslage. Granulometrijska struktura depozita postaje sve finija kako se udaljavamo od početne tačke taloženja, pri čemu sitnije čestice poput mulja i pijeska završavaju u distalnim dijelovima depozicione zone.

Debritni tokovi formiraju specifične geomorfološke oblike, uključujući lepeze i prostrane slojeve taloženog materijala. Lepezasta struktura često se javlja na prelazu iz uskih, strmih kanala u šire, ravnije doline. Na ovim mjestima tok gubi fokusirano kretanje, širi se i taloži materijal na većoj površini.

Distribucija materijala tokom depozicije također je pod utjecajem hidrauličke segregacije. Teži i krupniji fragmenti talože se prvo, dok lakši materijali ostaju suspendirani i talože se kasnije. U nekim slučajevima, tokovi mogu formirati slojevite naslage, gdje su različiti materijali taloženi u sukcesivnim slojevima, odražavajući varijacije u brzini toka i intenzitetu erozije.

Ekološki i infrastrukturni utjecaji faze depozicije su značajni. Deponovani materijal može blokirati vodotoke, formirati privremene akumulacije vode ili uzrokovati promjene u drenažnom obrascu. Talozenje krupnog materijala na cestama, mostovima i drugim objektima uzrokuje značajne štete i otežava sanaciju. Poljoprivredne površine mogu biti prekrivene slojevima neplodnog materijala, što smanjuje njihovu produktivnost.

Opasnosti depozicionih lepeza u brdsko-planinskim predjelima

Depozicione lepeze, kao geomorfološki oblici nastali tokom egzogenih procesa poput debrinog toka, predstavljaju paradoksalnu kombinaciju prilika i rizika za ljudske aktivnosti. U brdsko-planinskim predjelima, gdje strme padine, uski kanjoni i nepristupačan teren ograničavaju mogućnosti za naseljavanje i razvoj infrastrukture, ove zaravnjene i blago nagnute površine često izgledaju kao idealne lokacije za gradnju i poljoprivredu. Međutim, upravo ti prostori su i područja najizloženija ekstremnim geomorfološkim procesima.

Depozicione lepeze formiraju se kada debritni tokovi, noseni velikim kinetičkim energijama, uđu u zone smanjenog nagiba, pri čemu dolazi do taloženja transportovanog materijala. Rezultat su prostrane zaravni s blagim nagibima, koje pružaju niz prednosti za ljudske aktivnosti. Blagi nagibi olakšavaju gradnju i formiranje infrastrukture. Granulometrijski sastav depozita, koji se sastoji od pijeska, šljunka i sitnih frakcija, omogućava dobru drenažu terena i smanjuje rizik od poplava u svakodnevnim uvjetima. U nekim slučajevima, sitnije čestice taložene tokom slabijih hidroloških događaja mogu pružiti plodno tlo za poljoprivredu.

Depozicione lepeze često se nalaze na uzvisinama iznad velikih riječnih korita, pružajući relativnu sigurnost od poplava velikih rijeka poput Neretve.

Uprkos privlačnim karakteristikama, depozicione lepeze su istovremeno područja visokog geohazarda. Njihova geneza i evolucija rezultat su visokoenergetskih bujičnih procesa, što znači da su povremeno izložene ekstremnim događajima koji mogu izazvati katastrofalne posljedice. Tokom intenzivnih padavina ili nakon naglog otapanja snijega, debritni tokovi nose velike količine sedimenta, stijenskih blokova, stabala i često antropogenog otpada. Ovi materijali povećavaju destruktivni potencijal toka, što može uzrokovati ozbiljne štete na stambenim objektima, poljoprivrednim površinama i infrastrukturnim objektima.

Posebna opasnost leži u činjenici da depozicione lepeze, zbog dugih povratnih perioda ekstremnih događaja, često nisu prepoznate kao visokorizična područja. Zajednice koje naseljavaju ove prostore mogu izgubiti svijest o inherentnim rizicima zbog relativno dugih vremenskih intervala između velikih bujičnih epizoda. Posljedica toga je nedostatak pravovremenih mjera zaštite, poput odgovarajuće infrastrukture za kontrolu tokova, što dodatno povećava izloženost zajednice.

Dakle, egzogeni geomorfološki procesi su odgovorni za stvaranje prostora koji privlače ljudsku aktivnost upravo zato što izgledaju povoljnije u usporedbi s okolinom. Ovaj paradoks ukazuje na hitnu potrebu za podizanjem svijesti o rizicima povezanim s depozicionim lepezama i implementacijom mjera zaštite koje će smanjiti utjecaj budućih bujičnih događaja. Integracija geomorfološke analize u prostorno planiranje ključno je za minimiziranje opasnosti i osiguranje dugoročne sigurnosti naselja i infrastrukture.

Karakteristike debritnog toka u slivu Donja Jablanica

Debritni tok u slivu Donja Jablanica, koji je nastao kao posljedica intenzivnih padavina, predstavlja klasičan primjer kompleksnog egzogenog geomorfološkog procesa sa izraženim mehanizmima erozije, transporta i depozicije. Njegove karakteristike su direktno povezane sa geološkim, geomorfološkim, hidrometeorološkim i antropogenim faktorima koji su uticali na formiranje i razvoj toka. Specifičnost ovog debritnog toka ogleda se u njegovoj dinamici, širokoj prostornoj distribuciji mobilisanog materijala i razornim posljedicama koje su zahvatile nizinske i naseljene dijelove.

Sliv Donje Jablanice je izduženog amfiteatarskog oblika koji je primarnim debritnim tokom podijeljen na dva približno jednaka dijela. U srednjem dijelu sliva pozicioniran je kamenolom dolomita „Šupljika“. Maksimalna dužina primarnog debritnog toka iznosi oko 2,5 km, od mjesta inicijacije do kraja depozicione lepeze, odnosno ušća u Neretvu.

Primarni debritni tok ima tri veka pridružena sekundarna toka koji svi dolaze s njegove desne strane odnosno sa jugozapadnog dijela sliva. Ukupna dužina sekundarnih debritnih tokova iznosi približno 1,6 km ne racunajući njihove manje krakove i manje debritno-bujicne tokove. Nagibi terena u pravcu kretanja u gornjem dijelu toka i mjestu inicijacije uglavnom prelaze 20 stepeni, mjestimično dosežući preko 30 stepeni, dok u srednjem dijelu toka i zoni kamenoloma iznose između 10 i 20 stepeni, a u depozicionoj zoni padaju ispod 10 stepeni. Padinske strane su dosta strme sa padom i do 65 stepeni. Prosječna širina gornjeg dijela depozicione lepeze je 50 metara. Širina depozicione lepeze iznosi 60 metara neposredno iznad naselja Donja Jablanica te se postepeno smanjuje prema prema graničnom dijelu gdje dominira erozija. U donjem dijelu depozicione lepeze izgrađeno je naselje Donja Jablanica sa pratećom infrastrukturom. Središnjim dijelom naselja prolazi pruga na nasipu koja povezuje Sarajevo i Ploče, a ukršta se s magistralnom cestom M17, koja prolazi ispod pruge kroz podvožnjak širine 9 metara.

Magistralna cesta se provlači kroz depozicionu lepezu i naselje Donja Jablanica u obliku 'ispruženog S'. Prosječna nadmorska visina asfalta u podvožnjaku je 195,4 metra, dok se pruga iznad ceste nalazi na visini od 202,2 metra. Stambeni objekti i objekti infrastrukture značajno su uticali na tok debrinog materijala i njegovu distribuciju, pa širina depozicione lepeze uz prugu sa gornje strane iznosi 560 metara, dok je u dijelu ispod pruge smanjena na oko 300 metara. Pruga i cesta oblikovali su morfološke oblike depozicije i uticali na sortiranje materijala, pri čemu su u središnjem dijelu toka deponovani krupnozrnasti i blokovski materijali, dok su sitnozrni materijali, pretežno mulj, taloženi prema bokovima.

Širina toka u središnjem dijelu, gdje dolazi do spajanja sa pridruženim sekundarnim tokovima i gdje dominira erozija, značajno varira u zavisnosti od morfologije terena, dubine erozije i visine deponovanog tehnogenog materijala, te se kreće od 20 do 45 metara.

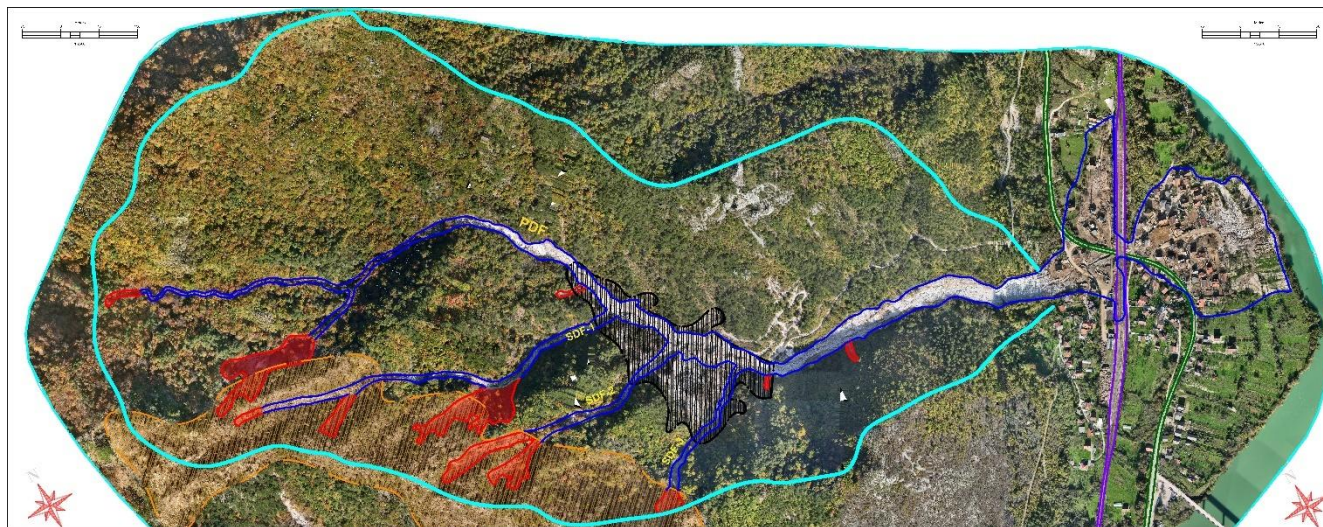
Širina gornjeg toka, gdje također dominira proces erozije, sporadically i akumulacije, varira u zavisnosti od geomorfoloških oblika, nagiba terena, dubine erozije te se kreće od 4 do 30 metara.

Geneza debrinog toka

Debritni tok u slivu Donje Jablanice rezultat je složene interakcije geomorfoloških, hidroloških i bioloških faktora, dodatno usloženih opožarenim područjem u gornjem dijelu sliva. Gornji dio sliva, posebno desna strana primarnog debrinog toka, karakterističan je po opožarenoj šumskoj površini, koja je postala epicentar inicijacije ovog geohazardnog događaja.

Požar, koji se dogodio prije tri godine, igra ključnu ulogu u genezi debrinog toka, ali ne može se posmatrati kao jedini faktor. Propadanje vegetacijskog pokrivača i korjenovog sistema nakon požara imalo je direktan uticaj na destabilizaciju padinskog materijala. Korjenov sistem, koji je ranije zadržavao nevezani materijal na strmim padinama, značajno je oslabio, što je dovelo do gubitka prirodne stabilnosti terena. Padine su tako postale osjetljivije na različite geološke procese, uključujući aktiviranje plitkih klizišta, odrona i hidrauličkih slomova.

Plitka klizišta, koja su se inicirala u opožarenim zonama, predstavljaju osnovni pokretač događaja. Propadanje korjenovog sistema i smanjenje čvrstoće na smicanje stvorili su uvjete za klizanje rastresitih materijala niz strme padine tokom intenzivnih padavina. Nakon inicijacije, ova klizišta ubrzavaju, mobilizujući velike količine materijala, uključujući siparisne i koluvijalne naslage. Hidraulički pritisci izazvani velikim protokom vode dodatno destabilizuju padine, stvarajući uvjete za odrone i kontinuiranu mobilizaciju materijala.



Slika 29. Prikaz sliva Donje Jablanice s konturama debrinih tokova, opožarenim područjem (narandžasto šrafirano), zonama inicijacije geoloških procesa (crveno šrafirano) na jugozapadnoj padini sliva (desna strana u odnosu na primarni debrinog tok) i područjem rudarskih radova (crno šrafirano).

Ovi primarni geološki procesi – plitka klizišta, odroni i hidraulički slomovi – djeluju uzročno-posljedično, stvarajući lančanu reakciju koja rezultira formiranjem debrinog toka. Materijal mobilizovan ovim procesima, uključujući drobinske naslage, kamene blokove i druge fragmente, ulazi u fazu ubrzanja unutar strmih sistema padinskih kanala, gdje se povećava njegova dinamika. Ova akumulacija i transport materijala kulminiraju formiranjem visokointenzivnog debrinog toka koji se prostire kroz primarni tok i njegove sekundarne tokove, označene kao SDF-1, SDF-2 i SDF-3.

Za razliku od desne strane sliva (jugozapadnog dijela), na lijevoj strani primarnog debrinog toka, gdje nije bilo požara, nisu zabilježeni slični procesi destabilizacije, što dodatno ukazuje na važnost vegetacijskog pokrivača u stabilizaciji padinskog materijala. Ipak, iako požar ima ključnu ulogu u smanjenju stabilnosti opožarenih zona, aktivacija debrinog toka je kompleksan proces koji uključuje niz međusobno povezanih faktora, uključujući intenzivne padavine, morfološke karakteristike sliva i sastav padinskog materijala.

Sinteza ovih uzroka pokazuje da debrin tok u slivu Donje Jablanice nije rezultat jednog faktora, već kumulativnog efekta požara, geomorfoloških predispozicija i hidrometeoroloških uslova. Ova međusobna povezanost naglašava potrebu za integralnim pristupom u procjeni rizika i planiranju sanacionih mjera kako bi se smanjio uticaj budućih geohazardnih događaja.

Procesi u tokovima i interakcije

Nakon inicijacije, debrin tok brzo napreduje niz padinu, slijedeći prirodno formirano korito. Tok nailazi na različite vrste otpora koji utiču na njegovo kretanje i ponašanje. U skladu sa Voellmyjevim zakonom trenja, otpor kretanju debrinog toka sastoji se od osnovnog suhog trenja, koje djeluje kao stalna sila otpora, i turbulentnog otpora, koji raste proporcionalno kvadratu brzine toka. Ove komponente trenja zajedno utiču na brzinu, smjer i stabilnost toka dok se kreće niz padinu, omogućavajući mu da zadrži dovoljno energije za nastavak kretanja kroz kanal.

Uprkos ovom otporu, tok je dovoljno snažan da vrši intenzivnu eroziju duž svog puta. Na proširenim i blago zaravnjenim dijelovima korita, tok se djelimično usporava, dopuštajući akumulaciju dijela materijala na bokovima. Međutim, kako tok ulazi u strmije i uže dijelove, njegova erozivna moć se pojačava, često do te mjere da uklanja sav sediment sve do čvrstog supstrata. Tok ovdje uključuje sve veće količine materijala, uključujući krupne blokove dolomita, krečnjaka i breče, što dodatno povećava njegov volumen i snagu.



Slika 30a, 30b, 30c. Gornja zona debrinog toka

Pored erozivnih efekata, tok često nailazi na prepreke kao što su stabla, koja su izvaljena zajedno sa korijenjem i uključena u tok. Ovi dodaci doprinose razornom kapacitetu toka, jer

drveće, zajedno sa kamenim blokovima, pojačava masu toka i omogućava mu da se kreće snažnije i dublje kroz erozivne dijelove korita. Tok postaje sve destruktivniji dok se približava zoni kamenoloma, gdje geomorfološke karakteristike dodatno utiču na njegov intenzitet i sposobnost nošenja velikih količina materijala.

Uz opisane procese erozije i akumulacije, snaga debrinog toka postepeno se povećava kroz interakciju sa manjim sekundarnim tokovima. Dok se debrin tok kreće niz padinu, a u nekim trenucima sustiže ranije aktivirane sekundarne tokove, dok u drugim situacijama oni mu se pridružuju. Ova stalna dinamika spajanja povećava volumen i energiju glavnog toka, omogućavajući mu da akumulira dodatnu masu i poveća svoju destruktivnu sposobnost.



Slika 31. Spajanje debrinih tokova u gornjem dijelu sliva

Tokom trajanja događaja, dodatna plitka i brza klizišta aktiviraju se na strmim bokovima korita, zajedno sa odronima, čiji materijal dospijeva u glavni tok i biva mobilizovan unutar njega. Ovi novi prilivi materijala, uključujući tlo, stijene, krupnije blokove, dodatno pojačavaju eroziju i omogućavaju toku da se širi kroz korito s još većom snagom, povećavajući svoj razorni učinak na okolinu kroz koju prolazi.

Događaji u zoni kamenoloma

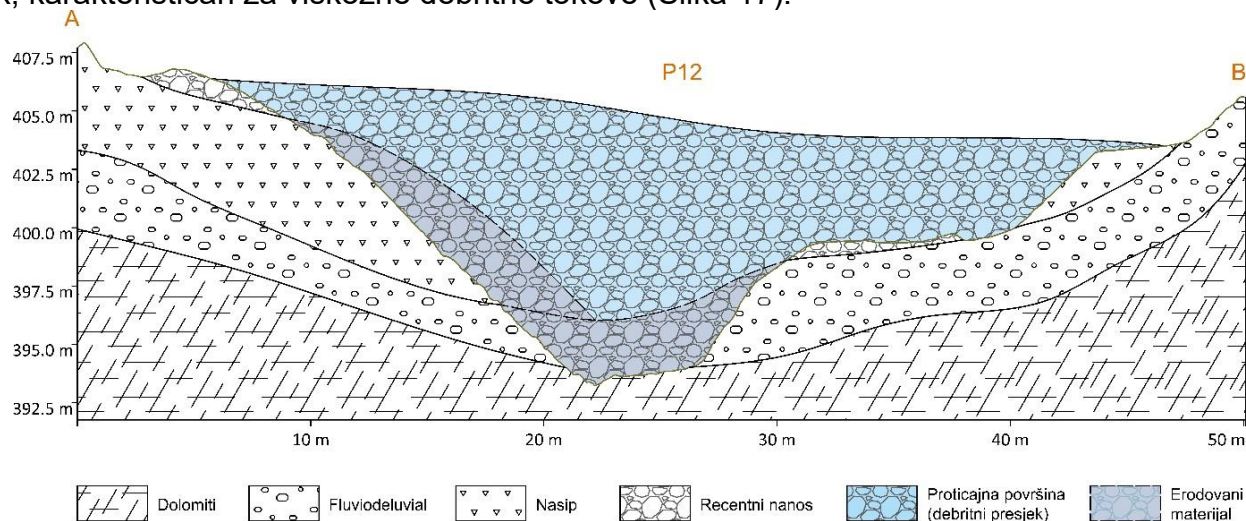
Kako se primarni debrin tok visokog intenziteta približava zoni kamenoloma, dolazi do spajanja sa prvim (većim) sekundarnim tokom (SDF-1) koji se pridružuje sa desne strane. Ovo područje već predstavlja zonu s intenzivnim antropogenim aktivnostima (slika 34). Sredinom korita formiran je put koji vodi ka višim dijelovima padine, prateći tok korita, dok je tačno na mjestu spajanja tokova formirana svojevrsna čvorišna tačka – raskrsnica pristupnih puteva za obje strane korita. Pristupni put na zapadnoj strani korita korišten je za pristup gornjim etažama kamenoloma.

Ovaj prvi sekundarni tok takođe je debrin tok visokog intenziteta, ali manjeg u odnosu na primarni. Iniciran na sličnoj nadmorskoj visini i u bliskom vremenskom okviru, on se spaja sa primarnim tokom vjerovatno u fazi maksimalnog intenziteta. Prisustvo rezistentnog konfluentnog klina u deflekcijskoj zoni upućuje na to da je došlo do sinhronog spajanja tokova. Rezistentni klin u deflekcijskoj zoni formiran je zahvaljujući specifičnim hidrodinamičkim uslovima pri sinhronom susretu tokova, pri čemu je prirodni teren (staro korito) ostao stabilan i otporan na eroziju. Ova stabilnost omogućena je time što su se tokovi susreli skoro istovremeno, čime su se međusobno uravnotežili i smanjili erozivnu snagu u ovoj zoni. Na taj način, deflekcijaska zona funkcioniše kao oblast smanjene erozije, što omogućava očuvanje prirodnog terena.



Slika 32. Spajanje primarnog i prvog sekundarnog debrinog toka i formiranje konfluentnog klina u defleksijskoj zoni

Nakon spajanja primarnog toka sa prvim sekundarnim tokom, dolazi do povećanja ukupnog volumena i mase, što vjerovatno dovodi do privremenog usporavanja usljed prilagođavanja novoj konfiguraciji i dodatnom materijalu unutar korita. Međutim, zbog strmog nagiba terena u ovoj zoni, akumulacija materijala dešava se samo na krajnjim bokovima korita, dok dominantan proces ostaje erozija. Profil snimljen neposredno nakon spajanja tokova pokazuje da je proticajna površina debrinog toka na ovom presjeku u određenom trenutku iznosila oko 220 m², pri čemu razlike u koti plavljenja na krajevima profila ukazuju na turbulentan i relativno brz tok, karakterističan za viskozne debrinne tokove (Slika 17).



Slika 33. Poprečni profil korita u zoni spajanja primarnog i sekundarnog debrinog toka. Prikazani su slojevi dolomita, fluviodeluvijalnih naslaga, nasutog materijala, recentnih nanosa, te erodovanog materijala. Proticajna površina debrinog toka označena je plavom bojom, dok erodovani materijal pokazuje intenzitet bočne i vertikalne erozije unutar korita.

Tok na ovom dijelu profila vrši intenzivnu bočnu eroziju nasutog (tehnogenog) materijala, uklanjajući dijelove koji formiraju rubove korita, dok je centralni dio toka usmjeren na eroziju sedimenta unutar korita. Ovaj proces rezultira mobilizacijom dodatnog materijala u tok, čime se povećava volumen i masa toka. Erozijski supstrat prisutan je u manjoj mjeri, ali doprinosi širenju proticajne površine i povećanju destruktivnog potencijala. S obzirom na povećanu

brzinu i snagu, tok zadržava viskozna svojstva i nastavlja svoj put prema kamenolomu, gdje će interakcija sa novim geološkim i antropogenim elementima dodatno pojačati njegov erozivni uticaj. Alternativna interpretacija mogla bi biti da se primarni i sekundarni debitni tokovi nisu spojili potpuno sinhrono, već su se spojili uz vremenski pomak, dok se oba tokova kretala velikom brzinom niz strmu padinu. Primarni tok, koji dolazi sa sjevera prema jugu, na ovoj tački blago skreće prema jugoistoku, dok sekundarni tok dolazi sa zapada prema istoku i takođe mora promijeniti pravac kretanja prema jugoistoku pri ulasku u primarni tok.



Slika 34. Mapa debitnih tokova u zoni kamenoloma (PDF i SDF-1, SDF-2, SDF-3) i pristupnih puteva prema snimku s platforme BING. Napomena: Snimak možda ne odražava posljednje stanje terena prije katastrofe

Pri ovom susretu, oba toka zadržavaju inerciju svojih početnih pravaca kretanja. To dovodi do toga da se tokovi, pri pokušaju stabilizacije, privremeno "penju" na suprotne obale kanala, jer svaki tok djeluje na obalu nasuprot svom pravcu dolaska. Ovaj fenomen može rezultirati prividnim povećanjem širine proticajnog profila u zoni spajanja, jer se oba toka šire prema rubovima korita u nastojanju da zadrže svoje početne pravce kretanja. Ova hipoteza se temelji na principima hidraulike i dinamike viskoznih fluida, pri čemu zadržavanje inercije i promjena

pravca kretanja u ograničenom prostoru dovode do bočnog širenja. S obzirom da tokovi privremeno usmjeravaju energiju prema suprotnim obalama, rezultat može biti lokalno povećanje proticajne površine. Nakon stabilizacije pravca kretanja i uravnoteženja u centralnom dijelu korita, tok se ponovo sužava jer oba toka "pronalaze" zajednički smjer kretanja prema jugoistoku. Nakon što primarni debritni tok visokog intenziteta ulazi u neposrednu zonu kamenoloma, nailazi na radni plato, zaravnjen zbog izgradnje pristupnih puteva i radnog platoa. Radni plato je izveden tako da se jednim dijelom naslanja na prirodni siparišni materijal, dok je drugi dio naslonjen na suprotnu padinu, kojom se dolazi pristupnim putem iz pravca Donje Jablanice. Na taj način prirodno korito primarnog debritnog toka ovdje je zatrpano krupnim blokovima dolomita, koji su korišćeni pri formiranju platoa.

S obzirom na smanjenje hidrauličkog gradijenta u ovoj zoni, dolazi do disipacije energije unutar primarnog toka, koji privremeno usporava dok nosi značajne količine materijala iz mjesta inicijacije, kao i erodovanog materijala uključenog u debritni tok tokom njegovog toka niz padinu. U ovoj zoni kamenoloma javlja se kompleksan proces zbog geomorfoloških i antropogenih faktora. Primarna eksploataciona zona u kamenolomu, ograničena dvjema erozionim jarugama, predstavlja prirodni kanalizator za debritne tokove. Jedna jaruga, pružena u smjeru istok-zapad i s padom prema istoku, ograničava kamenolom sa sjeverne strane, dok druga, orijentirana jugozapad-sjeveroistok s padom ka sjeveroistoku, ograničava kamenolom s južne strane. Obje ove erozije jaruge pretrpjele su debritne tokove označene kao SDF-2 i SDF-3 na karti (Slika 34). Budući da su hipsometrijski niže pozicionirane na padini i bliže kamenolomu, vjerovatno su ranije djelovale u zoni kamenoloma i ušle u korito primarnog toka prije nego što je sam primarni debritni tok stigao.



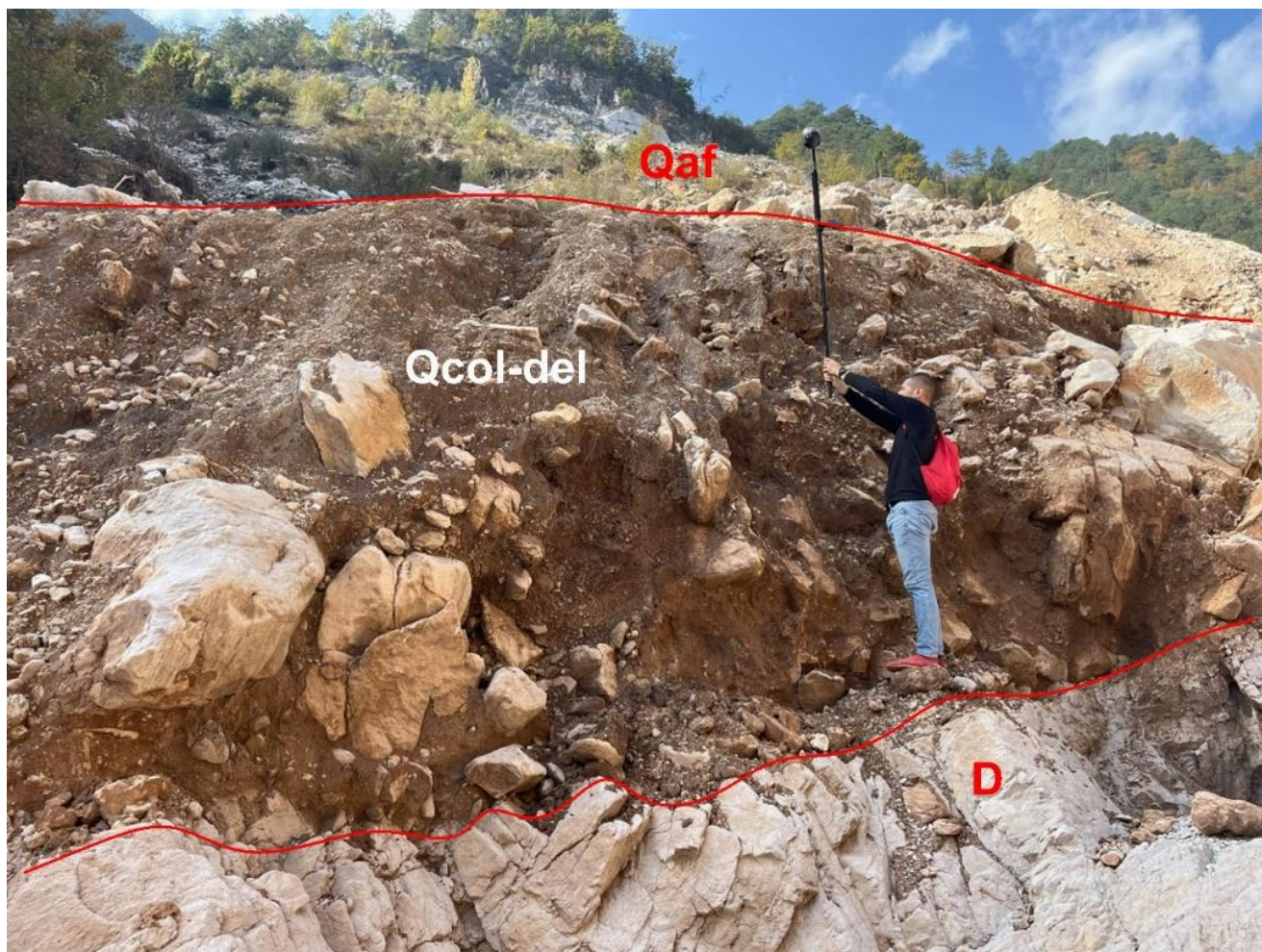
Slika 35. Hidraulički slom sipara na mjestu spajanja primarnog debritnog toka (PDF) i drugog sekundarnog debritnog toka SDF-2

Drugi sekundarni debritni tok (SDF-2), koji ograničava kamenolom sa sjeverne strane, u svom donjem dijelu ispunjen je prirodno deponovanim naslagama sipara, formiranim gravitacionim procesima tokom geološkog vremena. Radni plato kamenoloma kasnije je formiran na ovom siparu, čiji se dio nalazi ispod platoa. U danu aktiviranja debritnih tokova, eroziona jaruga koja odvodi vodu s padine dovela je velike količine padavinske vode (323 l/m^2) u sipar. Voda se filtrirala kroz sipar zahvaljujući visokoj vodopropusnosti materijala, stvarajući značajne porne

pritiske koji su smanjili efektivno naprezanje i uzrokovali strujanje ispod platoa. Ovo je dovelo do hidrauličkog sloma sipara, pojačanog dodatnim opterećenjem materijala koji je dolazio iz jaruge kao dio debrinog toka SDF-2, pokrenutog plitkim klizištima na višim dijelovima padine. Slom sipara dogodio se ispod dijela platoa na kojem je bio parkiran bager (Slika 88). Kao rezultat toga, mašina je djelomično zatrpana i poplavljena, dok je i veći dio platoa poplavljen i oslabljen. Zbog hidrauličkog sloma, naslage materijala iz sipara formirale su privremenu barijeru za nailazeći primarni debrinski tok, dok je dodatna akumulacija vode dovela do saturacije platoa, smanjujući njegovu stabilnost. S obzirom na to da je plato izgrađen od vrlo poroznog i vodopropusnog materijala, povećani porni pritisak i uzgon dodatno su smanjili efektivno naprezanje unutar nasutog kamenog materijala.

Otpriblike u isto vrijeme aktivan je i treći debrinski tok (SDF-3), koji dolazi iz južne erozije jaruge kamenoloma. On dodatno erodira nožicu kosine radnog platoa, čime plato dodatno gubi oslonac. Ova situacija je dodatno pogoršana nestabilnošću jalovinskog materijala koji je deponovan preko debljih naslaga koluvijalno-deluvijalnog materijala, koji je u ovakvim uslovima nestabilan.

Visokoenergetski primarni debrinski tok u ovom oslabljenom stanju zatiče plato, pristupne puteve i debeli kvartarni pokrivač ispod njih. Tok svojim značajnim opterećenjem i prirastom smičućeg napona prevazilazi smičuću otpornost jalovine i kvarternog materijala. Na kraju dolazi do konačnog sloma platoa, pri čemu ogromne količine materijala postaju dio primarnog debrinog toka koji se nastavlja prema depozicionoj lepezi s još većim destruktivnim potencijalom.



Slika 36. Erozioni profil u nožici kosine radnog platoa kamenoloma. D – maticna stijena, Qcol-del – prirodni pokrivač, Qaf – nasuti materijal.

Ulazak primarnog debrinog toka u proksimalnu depozicionu zonu

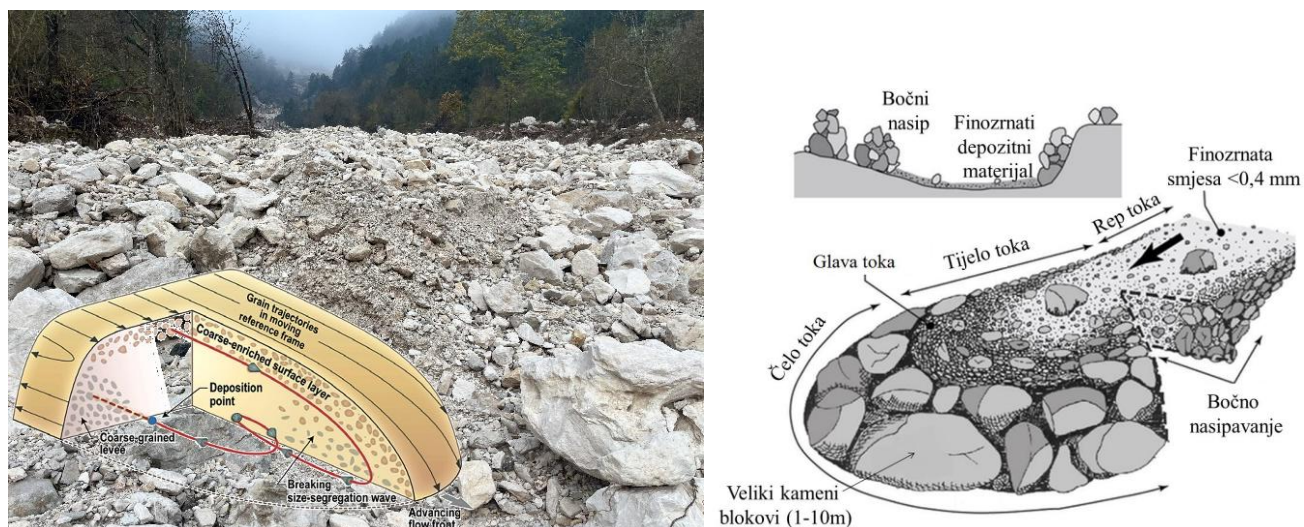
Nakon što je primarni debrin tok prošao kroz zonu kamenoloma, nastavlja se kretati ka elongiranoj proksimalnoj depozicionoj zoni, koja se proteže duž glavnog kanala. Na samom ulazu u ovu zonu, tok nailazi na manju deponiju tehnogenog materijala, vjerovatno nasutu ranije, koja sadrži mješavinu stijena i sitnijeg otpada. Iako nije jasno da li ovaj materijal potiče direktno i isključivo iz kamenoloma, vidljivo je da je dio ove naslage mobiliziran tokom prolaska toka, što doprinosi ukupnoj masi debrinog toka.



Slika 37. Nasip tehnogenog materijala na početku elongirane depozicione zone. Ovaj materijal je djelimično mobiliziran debrinim tokom.

U ovoj elongiranoj zoni dolazi do izraženog procesa segregacije materijala, karakterističnog za debrin tokove visokog intenziteta. Zbog promjenljivih hidrauličkih uslova unutar toka, dolazi do prostornog odvajanja čestica različite granulacije. Naime, krupniji fragmenti stijena i blokovi stijena, koji imaju veću masu i nižu pokretljivost u odnosu na sitnije čestice, na kraju se akumuliraju duž bočnih dijelova kanala, gdje usljed brzine protoka i nagiba podloge dolazi do njihove depozicije. Tokom ovog procesa, sitniji sediment i čestice niske gustine ostaju pri dnu ili centralnom dijelu toka, ali se također talože u bočnim dijelovima, formirajući slojeve manje gustine.

Tokom prolaska kroz elongiranu zonu, razvija se fenomen poznat kao „breaking size-segregation” talas. Krupniji fragmenti, zbog svoje mase i smanjenja brzine prednjeg dijela toka, polako se pomjeraju prema rubovima kanala, gdje zbog gubitka hidrauličke energije zaostaju za središnjim dijelom toka. Ova dinamička pojava uzrokuje formiranje tzv. „levee” naslaga duž ivica toka, gdje su krupnije frakcije koncentrisane. Na taj način nastaju prirodne barijere ili ivice toka, koje su produkt visokointenzivnih epizoda protoka i predstavljaju karakteristične depozite krupnog materijala. (Slika 38)



Slika 38. Fenomen segregacije i formiranje prirodnih barijera („levee” naslaga)

Ovakva distribucija frakcija tokom ovog specifičnog događaja jasno ukazuje na složene procese separacije i selektivne depozicije unutar toka, gdje se čestice različitih veličina pozicioniraju na osnovu svojih specifičnih osobina. Veće frakcije se talože bočno, dok sitnije čestice ostaju centralizovane. Ovaj proces je ključan za razumijevanje kako se materijal kreće i taloži u kanalu tokom jedne epizode debrinog toka.

Geološka perspektiva, horizonti prethodnih tokova

Elongirana depoziciona zona nije bila izložena uticaju debrinog toka samo tokom ovog događaja, već su kroz geološku historiju ovim kanalom periodično prolazili debrinog tokovi različitih energetske karakteristika. Tokom ovih epizoda, tokovi su nosili i taložili materijal različitih granulacija, što je rezultiralo očiglednim stratigrafskim horizontima u naslagama kanala. Tokovi visoke energije, koji su imali dovoljnu snagu da transportuju krupne blokove dolomita, taložili su te fragmente bliže zonama gdje dolazi do naglog smanjenja brzine protoka i hidrauličkog gradijenta. Ovi slojevi krupnijeg materijala ukazuju na intenzivne epizode protoka, kada su debrinog tokovi visoke energije donijeli i odložili najgrublje frakcije.

Nasuprot tome, tokom epizoda niže energije, tokovi nisu bili u stanju da transportuju krupne fragmente na veću udaljenost, pa su deponovali sitnije čestice i formirali slojeve sa finijim sedimentom, često formirajući specifične stratifikacije koje upućuju na duže periode taloženja tokom kojih nije dolazilo do značajnih protoka visokog intenziteta. Stratifikacija ovih naslaga na različitim visinama i dubinama kanala jasno ukazuje na povremene, ali intenzivne epizode erozije i depozicije koje su se odvijale tokom geološkog vremena (Slika 39).

U donjem dijelu elongirane depozicione zone, kako tok napreduje prema širem dijelu doline, dolazi do primjenog smanjenja nagiba kanala i početka širenja profila. Ova geomorfološka promjena uzrokuje smanjenje hidrauličkog gradijenta i gubitak energije toka, što rezultira taloženjem krupnijih blokova dolomita i drugih stijenskih fragmenata. U ovom segmentu toka, depozicioni procesi počinju dominirati nad erozionim, a intenzitet transporta krupnog materijala se smanjuje zbog usporavanja protoka.

Iako dolazi do usporavanja, tok zadržava pulsirajući karakter, pri čemu se hidrodinamički udari u talasima nastavljaju, prenoseći krupnozrni materijal kroz kanal. Ovaj pulsirajući tok nastavlja

da akumulira krupne fragmente u donjem dijelu elongirane zone, stvarajući slojeve sa karakterističnim naslagama koje sadrže kako prirodni tako i tehnogeni materijal. Na samom prelazu u lepezastu zonu, širina toka dostiže oko 60 metara, dok je visina toka u ovoj fazi iznosila približno 3 metra. Ova dimenzija predstavlja prelazni profil toka između elongirane i lepezaste depozicione zone, gdje će se procesi dodatne disipacije energije nastaviti kako tok ulazi u širi dio doline i lepezastu zonu.



Slika 39. Stratigrafski profil prikazuje slojeve različitih debrin的角度 tokova kroz geološku historiju, s razlikama u granulaciji između visokih i niskih energetske faze. Erozivnim djelovanjem, recentni tok je 'otkrio' ove slojeve, omogućujući uvid u prethodne tokove koji su periodično prolazili kroz kanal

Iako dolazi do usporavanja, tok zadržava pulsirajući karakter, pri čemu se hidrodinamički udari u talasima nastavljaju, prenoseći krupnozrni materijal kroz kanal. Ovaj pulsirajući tok nastavlja da akumulira krupne fragmente u donjem dijelu elongirane zone, stvarajući slojeve sa karakterističnim naslagama koje sadrže kako prirodni tako i tehnogeni materijal. Na samom prelazu u lepezastu zonu, širina toka dostiže oko 60 metara, dok je visina toka u ovoj fazi iznosila približno 3 metra. Ova dimenzija predstavlja prelazni profil toka između elongirane (proksimalne depozicione) i lepezaste depozicione zone, gdje će se procesi dodatne disipacije energije nastaviti kako tok ulazi u širi dio doline i lepezastu zonu.



Slika 40. Zona tranzicije iz elongirane depozicione zone u glavnu depozicionu lepezu, pogled uz tok



Slika 41. Zona tranzicije iz elongirane depozicione zone u glavnu depozicionu lepezu, pogled ka lepezi.

Analiza geoloških slojeva u kontekstu prethodnih tokova ukazuje na značaj kontinuiteta istraživanja u razumijevanju dinamike debrinog tokova. Kombinacija terenskih podataka i geoloških karata omogućava preciznije rekonstrukcije prošlih događaja, čime se doprinosi razvoju efikasnijih mjera za prevenciju i upravljanje budućim geohazardima. Poseban fokus na sedimentne zapise omogućava prepoznavanje ključnih faktora koji su uticali na morfologiju i sastav današnjih depozicija

Distribucija tehnogenih blokova i analiza mobilisanog materijala

Tokom istraživanja evidentiran je značajan broj tehnogenih blokova dolomita sa jasnim tragovima obrade, poput rezanja i bušenja. Pored dolomita, prisutni su i blokovi gabra, stijene koja prirodno nije prisutna u zoni kamenoloma, koja je tu dovezena vjerovatno radi obrade. Ovi blokovi, potekli iz kamenoloma, raspoređeni su duž elongirane depozicione zone, gdje su precizno snimljeni GPS uređajem na više od 500 tačaka (Slika 42).

Važno je napomenuti da pozicije ovih obrađenih blokova nisu sistematski snimane, već su evidentirane kako bi se prikazala njihova opšta distribucija. Stoga, ovo nije konačan broj ovakvih blokova, jer su neki ostali neotkriveni, dok su drugi zatrpani u sedimentnim nanosima i nedostupni za promatranje. Jedan dio blokova li fragmenata koji pripadaju jalovini ne može biti detektovan jer nemaju jasne tragove obrade. Ova distribucija omogućava praćenje prisustva tehnogenog materijala kroz prirodni kanal debrinog toka.



Slika 42. Prikaz distribucije tehnogenih blokova duž elongirane depozicione zone, označenih crvenim tačkama, koji su transportovani tokom kretanja recentnog debrinog toka. Ova mapa jasno pokazuje kako su blokovi, porijeklom iz kamenoloma, premješteni i deponovani duž toka sve do naselja

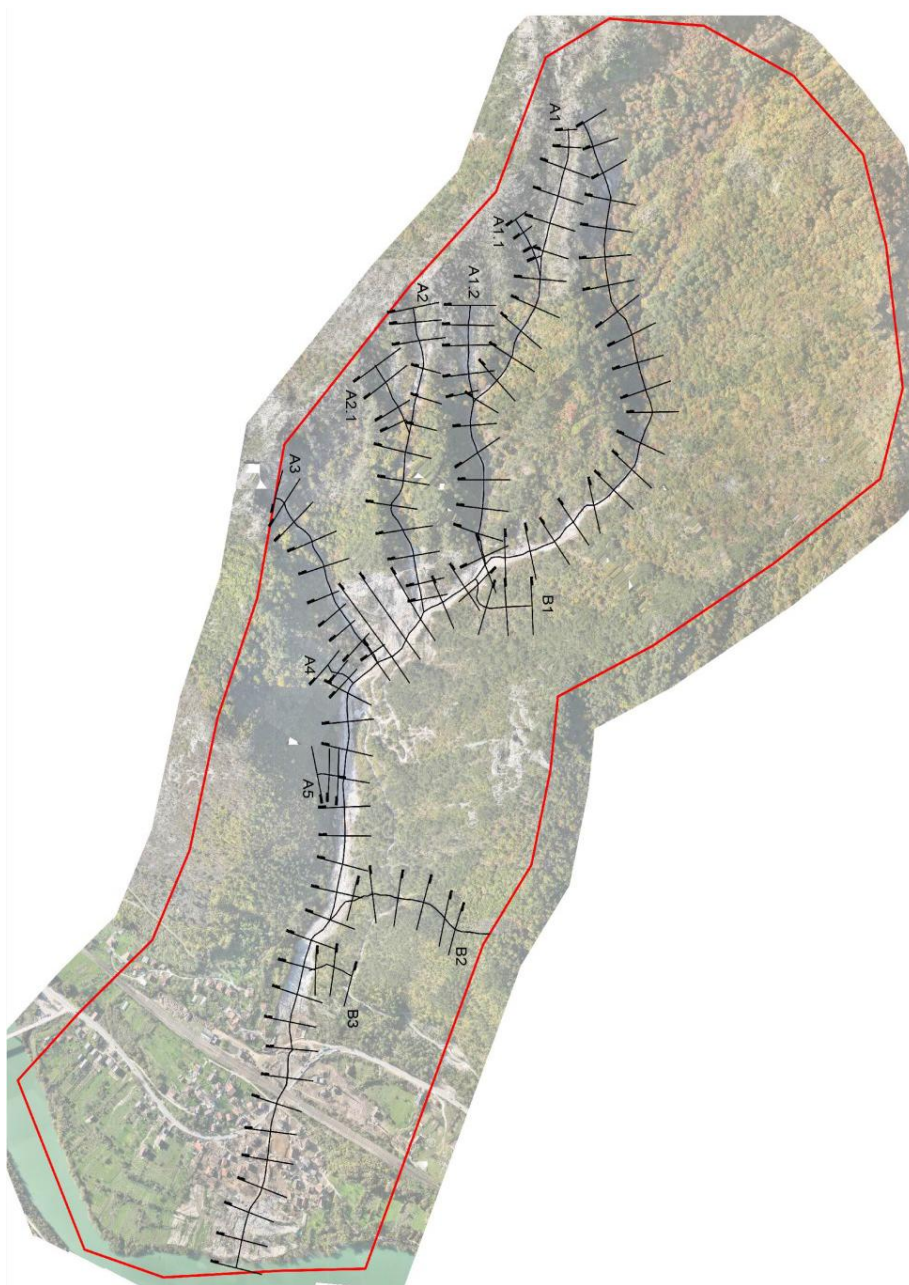


Slike 43a (lijevo). i 43b (desno). Primjeri obrađivanih blokova u zoni porušenih objekata



Slike 44-51. Primjeri tehnogenih blokova koji jasno pokazuju tragove obrađivanja.

Firma "BNpro" d.o.o Sarajevo provela je detaljna geodetska istraživanja područja zahvaćenog debrinim tokom u slivu Donja Jablanica, s ciljem kvantifikacije zapremine mobilisanog materijala. Snimanje terena nakon događaja febritnog toka obavljeno je korištenjem LiDAR tehnologije i preciznih GNSS uređaja. LiDAR snimanje omogućilo je stvaranje gustog oblaka tačaka za područje istraživanja, koje je zatim obrađeno u model terena nakon događaja. Za stanje terena prije nepogode korišten je topografski model iz 2012. godine, izrađen tokom aerofotogrametrijskog snimanja Federacije Bosne i Hercegovine. Ovaj model poslužio je kao referentna osnova za analizu promjena uzrokovanih erozijom i transportom materijala. Upotrebom **diferencijalne metode**, koja se zasniva na usporedbi modela terena prije i nakon događaja, kvantifikovane su zapremine mobilisanog materijala. Analiza je obuhvatila odvojene kalkulacije za zonu kamenoloma i područja van kamenoloma u ostatku sliva Donje Jablanice, čime je omogućeno utvrđivanje udjela tehnogenog materijala u ukupno mobilisanoj zapremini.



Slika 52. Skica osa u odnosu na koju su definisani poprečni profili za izračun mobilizovanog materijala

Analizom je utvrđeno da je ukupna zapremina mobilisanog materijala (usjek) iznosila **171,261.81 m³**, od čega:

- **18,697.16 m³** potiče iz zone kamenoloma, što čini **10.92%** ukupne mobilisane mase.
- Preostalih **89.08%** odnosi se na materijal mobilisan iz prirodnih padinskih i kanalnih sistema.

Ipak, ovi podaci mogu se smatrati tek osnovnim uvidom u odnos prirodnog i tehnogenog materijala u ukupnoj količini mobilizovanog materijala debrithnim tokom.

Rezultati LiDAR snimanja mogu se smatrati pouzdanim i preciznim, jer izvorni oblak tačaka omogućava kreiranje modela sa preciznošću do 0,1 metar. Ipak, za konačni model odabrana je rezolucija od 1 metar. Referentni topografski model iz 2012. godine, korišten za procjenu stanja prije događaja, ima rezoluciju od 5 metara. Ova razlika u rezoluciji dovodi do ograničenja u pouzdanosti poređenja stanja prije i poslije debrithnog toka.

Budući da ne postoji visoko rezolutni model terena prije događaja debrithnog toka, pouzdaniji rezultati mogu se postići rekonstrukcijom starog terena na osnovu terenskih istraživanja. Ova metoda bi uključivala generisanje gusto postavljene poprečnih profila na osnovu LiDAR snimka, na kojima bi se precizno rekonstruisala linija terena prije erozije i mobilizacije, a na osnovu terenskih opservacija. Time bi se mogao kreirati vjerodostojniji referentni model koji omogućava direktno poređenje modela starog i novog terena radi preciznijeg proračuna mobilisanog materijala.

Posebnu pažnju treba posvetiti analizi u zoni kamenoloma, jer referentni model iz 2012. godine ne uzima u obzir promjene nastale usljed rudarskih aktivnosti tokom posljednjih 12 godina. Mobilizacija materijala u ovoj zoni obuhvatila je ne samo tehnogeni materijal, već i kvartarni kolvijalni i sipariski materijal preko kojeg je deponovan tehnogeni materijal. S obzirom na to da je mobilizacija obavljena praktično do osnovne stijene, potrebno je rekonstruisati ne samo liniju površine terena prije događaja, već i granicu između starog kvartarnog pokrivača i nasutog tehnogenog materijala. Ovo bi omogućilo precizno razlikovanje udjela antropogenog i prirodnog materijala u ukupnoj mobilizaciji iz zone kamenoloma.

U proksimalnoj depozicionoj zoni evidentirani su slojevi nasipa deponovanog materijala, koji se sastoji od mobilisanog materijala. Naime, tokom visokointezivnih faza debrithnog toka vršena je erozija u ovoj zoni, dok su tokom završnih faza taloženi sedimenti iz "repa" toka na prethodno erodiranim površinama. Da bi se pouzdano kvantifikovala količina mobilisanog materijala u ovoj zoni, potrebni su istražni raskopi za rekonstrukciju starog terena prije erozije i sukcesivne depozicije.

U proračun prirodnog mobilisanog materijala nisu uključeni manji krakovi debrithnog toka i pristupni putevi kamenolomu, gdje su registrovani manji bujični i debrithni tokovi. Ovi segmenti mogu doprinijeti ukupnoj količini mobilisanog materijala i njihovo zanemarivanje predstavlja nedostatak u kalkulaciji.

Iako su rezultati LiDAR snimanja i proračuni ukupnog mobilisanog materijala važan korak u analizi dinamike debrithnih tokova, identificirani nedostaci ukazuju na potrebu za dodatnim istraživanjima i rekonstrukcijom terena. Fokus treba biti na detaljnijem razdvajanju prirodnog i antropogenog materijala, kao i na uključivanju svih relevantnih segmenata toka u kalkulacije. Ovi koraci osigurali bi preciznije rezultate i omogućili donošenje pouzdanih zaključaka za daljnje sanacione i preventivne mjere.

Distalna depoziciona zona, naselje Donja Jablanica

Nakon prolaska kroz elongiranu depozicionu zonu, primarni debrinski tok ulazi u lepezastu depozicionu zonu, odnosno naselje Donja Jablanica, gdje se dolina značajno širi i nagib terena opada. Ova promjena geomorfoloških karakteristika kanala omogućava dalju disipaciju energije toka, ali on i dalje zadržava dovoljan nivo energije da prouzrokuje velike štete na objektima i infrastrukturi u naselju Donja Jablanica.

U ovom segmentu dolazi do usporavanja toka i dominacije depozicionih procesa nad erozionim. Lepezasta depoziciona zona ima dvostepenu formu (slika 106), pri čemu prvi segment obuhvata prostor iznad pruge, dok drugi segment predstavlja lepezu koja se širi od pruge prema rijeci Neretvi. Središnji dio lepezaste depozicione zone prolazi kroz naselje, a krupniji blokovi dolomita i drugih stijena počinju se deponovati već u početnim dijelovima lepezaste zone, gdje su se prvi udari toka susreli s infrastrukturom naselja, naročito s prugom i magistralnom cestom. Pruga, koja prolazi na nasipu iznad nivoa terena, djelovala je kao barijera, kanalizirajući tok prema podvožnjaku ispod pruge kroz koji prolazi magistralna cesta M17. Širina ovog podvožnjaka je 9 metara, što je uzrokovalo koncentraciju i ubrzanje toka kroz uski prolaz.



Slika 53. Prikazana je dvostepena lepezasta depoziciona zona debrinskog toka u naselju Donja Jablanica. Prvi segment lepeze nalazi se iznad željezničke pruge, sa maksimalnom širinom od 560 metara. Željeznička pruga na nasipu djeluje kao fizička barijera i usmjerava tok prema podvožnjaku koji se nalazi tačno na centralnoj liniji toka, omogućavajući prolaz ispod pruge za magistralnu cestu M17. Drugi segment lepezaste zone počinje ispod podvožnjaka, gdje se tok ponovo širi i formira sekundarnu lepezu koja se proteže prema rijeci Neretvi, dostižući približno 350 metara širine na mjestu prelaska u rijeku.

Nakon što tok prođe kroz podvožnjak, širina se naglo povećava – sa 9 metara u podvožnjaku na približno 350 metara u donjem dijelu lepezaste zone, gdje se prelijeva u rijeku Neretvu. Sa gornje strane pruge, širina lepezaste depozicione zone doseže maksimalnih 560 metara. Ovaj prelazak kroz podvožnjak uzrokovao je formiranje sekundarne lepeze ispod pruge, u kojoj dolazi do daljnjeg širenja i taloženja materijala.

Zbog fizičkog ograničenja podvožnjaka, dio materijala nije mogao proći kroz prolaz, te se počeo širiti duž pruge, formirajući depoziciona „krila” s obje strane nasipa. Ova krila uglavnom se sastoje od sitnozrnog, muljevitog materijala, dok se krupnije frakcije talože u središnjem dijelu toka.

U donjim dijelovima lepezaste zone, tok se dodatno širi i ulazi u fazu konačnog taloženja, pri čemu se značajne količine materijala prelijevaju preko krajnjeg dijela lepeze u rijeku Neretvu. Tok je u ovoj fazi izgubio većinu svoje energije, ali je zadržao dovoljno snage da prouzrokuje ozbiljne štete u naselju, uključujući djelimično ili potpuno uništenje stambenih objekata i infrastrukture. U ovom području stradalo je ukupno 18 ljudi, od čega 14 iznad pruge i 4 ispod nje.

Ova lepezasta depoziciona zona svjedoči o destruktivnom potencijalu debrinog toka i predstavlja složen depozicioni sistem gdje se materijal različitih granulometrijskih karakteristika taloži u zavisnosti od lokalnih geomorfoloških i infrastrukturnih uslova. Zbog ograničenog pristupa i radova na raščišćavanju terena tokom izvođenja inženjerskogeološkog kartiranja, nije vršeno detaljno istraživanje karakteristika samog toka u ovoj zoni, a procjena pričinjenih šteta nije predmet ovog izvještaja.



Slika 54. Krajnji segment lepezaste depozicione zone, gdje se završni materijal prelijeva u rijeku Neretvu. Ovaj distalni dio lepeze sadrži krupne blokove i sediment, taložene tokom završne faze debrinog toka, karakteristične za fanastičnu formu taloženja u ovakvim događajima

Procjena stabilnosti terena i sigurnosnih uslova u naselju Donja Jablanica nakon debrिटnog toka

Nakon posljednjeg događaja debrिटnog toka, procjena stabilnosti terena i sigurnosnih uslova u naselju Donja Jablanica ukazuje na niz kratkoročnih i dugoročnih promjena koje su relevantne za razumijevanje aktuelnog stanja i budućih prijetnji. Analiza obuhvata uticaj oslobađanja erozionih kanala, promjene u stabilnosti padina te faktore koji bi mogli doprinosti reaktivaciji debrिटnih tokova u dugoročnom periodu.

Kratkoročna procjena stabilnosti

Tokom prolaska debrिटnog toka, erozivni procesi su djelovali kao prirodni mehanizam "čišćenja" najnestabilnijih segmenata u izvornoj zoni, oslobađajući kanale (korita, vododerine, točila, jaruge) od akumuliranih sedimenata i uklanjajući nestabilne dijelove taloženog materijala. Oslobođeni kanali sada se nalaze uglavnom u stabilnijem stanju jer su eksponirani do čvrstog supstrata, što smanjuje vjerovatnoću ponovne mobilizacije materijala u kratkom vremenskom periodu. Zona kamenoloma, gdje su se značajne količine tehnenih naslaga nalazile unutar prirodnog korita, također je u značajnoj mjeri "očišćena", uglavnom do osnovne stijene, što umanjuje rizik od ponovnog formiranja debrिटnog toka u toj zoni.

Proksimalna depoziciona zona, koja je karakteristična po blažem nagibu, sada sadrži veće akumulacije deponovanog materijala, ali zbog slabih uslova za aktivaciju, ne predstavlja izvor visokog rizika. Na kritičnim lokacijama u distalnoj depozicionoj lepezi, gdje su neki objekti prethodno bili izloženi uticaju toka, došlo je do njihovog uništenja, čime je smanjena osjetljivost naselja na buduće tokove. Ovo predstavlja relativno smanjenje rizika za imovinu u odnosu na period prije katastrofe.

Dugoročna procjena prijetnji i potencijal za reaktivaciju

Uprkos kratkoročnoj stabilizaciji kanala, dugoročna stabilnost terena ostaje upitna zbog različitih geomorfoloških i antropogenih faktora. Padine jugozapadne strane sliva, koje su bile pogođene šumskim požarom prije tri godine, sada su u fazi oslabljene kohezije tla. Požar je prouzrokovao razgradnju korijenskih sistema vegetacije, proces koji traje u prosjeku 2-5 godina, smanjujući kapacitet padina za stabilizaciju tla i povećavajući mogućnost erozije tokom intenzivnih kišnih perioda. Upravo iz ovih područja su se aktivirali svi debrिटni tokovi tokom posljednjeg događaja.

U kamenolomu su formirane nove strme kosine uslijed sloma platoa i usijecanja korita u deponovanom materijalu radom posljednjeg debrिटnog toka. Ove kosine sada predstavljaju geomehanički rizične zone koje će, u procesu stabilizacije, nastaviti da se prilagođavaju kroz periodične osipe i mikrokližišta. To bi moglo rezultirati nakupljanjem novog materijala u erozionim kanalima, pripremajući teren za potencijalnu reaktivaciju debrिटnih tokova u budućnosti.

Ukratko, trenutni sigurnosni uslovi u naselju Donja Jablanica su relativno stabilniji nakon oslobađanja najnestabilnijih naslaga, uz značajno smanjenje rizika za imovinu u najizloženijim zonama. No, dugoročni rizici ostaju prisutni, posebno na jugozapadnim padinama (dijelovima) sliva koje su pogođene požarom, kao i na strmim kosinama u zoni kamenoloma, koje će tokom vremena vjerovatno pretrpjeti dodatne erozione procese.

Preporuke za trajnu prevenciju i ublažavanje posljedica debrिटnih tokova

U ovom poglavlju predstavljene su preporuke za prevenciju i ublažavanje posljedica debrिटnih tokova, sa fokusom na mjere koje se mogu implementirati kako bi se smanjili rizici povezani s ovim specifičnim geomorfološkim procesima. Strategije zaštite od debrिटnih tokova mogu se općenito podijeliti na *aktivne* i *pasivne* mjere.

Aktivne mjere zaštite usmjerene su na sprječavanje nastanka i razvoja debrithnih tokova ili na kontrolu njihovog intenziteta, brzine i pravca kretanja. Cilj im je smanjenje opterećenja koje tok nosi, kao i smanjenje štetnih uticaja na infrastrukturu, naselja i okoliš. S druge strane, pasivne mjere se provode s ciljem smanjenja posljedica debrithnih tokova kada se oni već dogode, fokusirajući se na zaštitu ljudi, infrastrukture i prirodnih resursa kroz planiranje, zoniranje, i mjere ranog upozorenja.

Aktivne mjere zaštite

Aktivne mjere zaštite od debrithnih tokova mogu se grupisati prema različitim ciljevima i zadacima koji se odnose na upravljanje otjecanjem, smanjenje erozije, povećanje stabilnosti padina i upravljanje događajima. Detaljan pregled ovih mjera je sljedeći:

1. Smanjenje otjecanja:

- Smanjenje vršnog protoka:
 - Šumarske mjere
 - Upravljanje slivom
 - Preusmjeravanje otjecanja prema drugim slivovima

2. Smanjenje erozije:

- Smanjenje površinske erozije uzrokovane površinskim otjecanjem:
 - Šumarske mjere i biotehnički zahvati
 - Upravljanje slivom
 - Odvodnja
- Povećanje stabilnosti padina:
 - Šumarske mjere i biotehnički zahvati
 - Promjena terena (nivelacija)
 - Kontrola odvodnje
 - Stabilizacija nožice padine (potporne konstrukcije)
- Smanjenje vertikalne i bočne erozije u koritu:
 - Proširenje korita
 - Stabilizacija korita
 - Poprečne strukture (pragovi, rampe, pregradne brane)
 - Uzdužne konstrukcije
 - Biotehnički zahvati
- Smanjenje vodnog protoka na visoko erodibilnim dionicama kanala:
 - Preusmjeravanje otjecanja prema drugim slivovima
 - Bypass

3. Upravljanje događajem:

- Kontrola otpuštanja:
 - Smanjenje vršnog protoka kako bi se spriječila šteta:
 - Akumulacija vode
 - Proširenje kanala
 - Proširenje poprečnog presjeka na prijelazima kanala (npr., mostovi)
- Kontrola debrithnog toka:
 - Transformacija procesa:
 - Lomilice za debrithni tok (*Debris flow breakers*)
 - Taloženje debrithnog materijala pod kontroliranim uvjetima:
 - Stalna deponija za debrith
 - Privremena deponija za debrith
 - Preusmjeravanje debrithnog toka prema susjednim područjima:
 - Preusmjeravanje prema područjima niske vrijednosti

- Filtracija organskog materijala:
 - Rešetka za organski materijal

Ove aktivne mjere zaštite predstavljaju ključne komponente strategije za smanjenje štetnih utjecaja debrिटnih tokova. Pravilna primjena i redovno održavanje ovih mjera od suštinskog su značaja za njihovu dugoročnu efikasnost i zaštitu ugroženih područja.

S obzirom na karakteristike sliva, predložene mjere trebaju biti prilagođene specifičnostima terena. Na osnovu trenutnih saznanja o terenu i pristupačnosti, provođenje aktivnih mjera u gornjem dijelu sliva nije praktično zbog otežanog pristupa i visokog nagiba. U takvim uslovima, jedina održiva mjera u gornjem dijelu sliva je pošumljavanje požarom devastiranih šumskih područja, što je veoma poželjno s obzirom na njegovu funkciju u stabilizaciji tla, smanjenju površinskog oticanja i prevenciji erozije. Pošumljavanje bi u ovom kontekstu moglo doprinijeti smanjenju rizika od pokretanja manjih sekundarnih debrिटnih tokova, kao i stabilizaciji tla u erozivnim zonama. Svi debrिटni tokovi generisani su upravo u ovom području.

Aktivne mjere zaštite u zoni kamenoloma i proksimalnoj depozicionoj zoni

S obzirom na prirodu terena i prisutnost kamenoloma, aktivne mjere zaštite treba usmjeriti prema dvije glavne zone: zoni kamenoloma, gdje je došlo do destabilizacije kosina usljed eksploatacijskih radova i erozivnih procesa, te proksimalnoj depozicionoj zoni, koja se nalazi nizvodno od kamenoloma i predstavlja pristupačniji dio sliva.

1. **Zona kamenoloma:** Kamenolom je podložan dodatnim erozivnim procesima zbog prisutnosti nestabilnih kosina i sekundarnih kanala nastalih tokom djelovanja debrिटnog toka. Ove kosine su pretrpjele slom i dodatno su erodirane utjecajem debrिटnih tokova, čime predstavljaju rizik za dalje urušavanje i zapunjavanje korita. Stoga je u zoni kamenoloma potrebno provesti stabilizaciju nestabilnih kosina kako bi se spriječila dalja erozija i urušavanje.
U cilju kontrolisanja protoka vode i sprečavanja plavljenja preostalih dijelova kamenoloma, potrebno je urediti sekundarne kanale unutar područja kamenoloma. Ovi kanali će omogućiti kontrolisan protok vode, smanjujući opasnost od daljeg plavljenja platoa i narušavanje njegove stabilnosti.
2. **Proksimalna depoziciona zona:** Ova zona predstavlja idealno mjesto za primjenu zaštitnih mjera jer ima povoljne karakteristike u smislu pristupačnosti, relativno blagog nagiba i lakog održavanja zaštitnih struktura. Proksimalna depoziciona zona može efikasno djelovati kao prva linija obrane protiv debrिटnih tokova, zadržavajući krupni sediment i omogućavajući kontrolisanu odvodnju vode i sitnozrnog i suspendovanog materijala. Implementacijom zaštitnih mjera u ovoj zoni mogu se efikasno kontrolisati ne samo primarni debrिटni tokovi, već i potencijalni sekundarni tokovi generisani iz manjih slivova unutar glavnog sliva. Na ovaj način, proksimalna depoziciona zona može funkcionisati kao filter za krupni materijal, dok se voda sa finijim sedimentom dalje odvodi kontrolisanim putem. Neke od mogućih mjera uključuju:
 1. **Dvostepene rešetkaste barijere (*lattice barriers*):** Ove barijere sastoje se od prvog sloja rešetki koje zadržavaju veće fragmente stijena, dok drugi sloj omogućava prolaz vode i sitnijih čestica. Dvostepene rešetkaste barijere smanjuju pritisak krupnog materijala na niže dijelove sliva, čime dodatno doprinosi stabilizaciji terena. Pravilnim postavljanjem ove barijere, proksimalna depoziciona zona može funkcionisati kao efikasan filter za krupni sediment, dok voda sa sitnijim sedimentom kontrolisano prolazi kroz strukturu.
 2. **Sekvencijalne slit barijere:** Postavljanjem slit barijera sa različitim prorezima, može se postići višestepeno zadržavanje materijala prema veličini čestica. Prvi red slit barijera zadržava veće fragmente sedimenta, dok se u narednim

redovima omogućava filtracija manjeg sedimenta i vode. Na ovaj način, može se dodatno smanjiti količina krupnog materijala koji dopijeva u niže dijelove sliva, dok voda i sitnije čestice slobodno prolaze.

3. **Debitne rešetke sa integrisanom kontrolom vode (*debris-flow grills*):** Debitne rešetke dizajnirane su da omoguće zadržavanje većeg dijela krupnog sedimenta, dok omogućavaju kontrolisan protok vode kroz specijalizirane kanale. Ove rešetke, postavljene u proksimalnoj depozicionoj zoni, obavljaju dvostruku funkciju - zadržavaju krupni materijal dok voda sa finijim sedimentom nastavlja svoj tok kroz sistem, smanjujući opasnost od taloženja krupnog sedimenta u nižim zonama.
4. **Barijere sa drenažnim otvorima (*drainage slit barriers*):** Ove barijere imaju specifične otvore za drenažu, koji omogućavaju prolaz vode dok zadržavaju krupni materijal. Njihova uloga je regulisanje protoka vode i sitnijeg sedimenta u nižim dijelovima proksimalne depozicione zone, čime se smanjuje opasnost od poplava i taloženja krupnog sedimenta u pristupačnijim dijelovima sliva.

Implementacija ovih mjera u proksimalnoj depozicionoj zoni osigurava dugoročno smanjenje rizika od poplava i taloženja krupnog sedimenta u nižim dijelovima sliva, depozicionoj lepezi Donje Jablanice, dok se voda sa sitnijim sedimentom kontrolisano odvodi. Na ovaj način, smanjuje se rizik od šteta na infrastrukturi, naselju i okolišu.

Ove predložene mjere predstavljaju inicijalne preporuke koje treba dalje analizirati kroz odgovarajuću projektnu dokumentaciju. Njihova implementacija zahtijeva precizno inženjersko planiranje i usklađenost sa zakonskim propisima kako bi se osigurao dugoročan efekat i smanjenje rizika za lokalnu infrastrukturu i naselje.

Pasivne mjere zaštite

Pasivne mjere zaštite usmjerene su na minimiziranje posljedica debrithnih tokova kroz dugoročno planiranje, nadzor i pripremu za moguće događaje. Za razliku od aktivnih mjera koje direktno djeluju na tok ili sedimentni materijal, pasivne mjere se fokusiraju na prilagođavanje prostora i postupaka kako bi se smanjili rizici za ljude, infrastrukturu i okoliš. Pasivne mjere su ključne u pristupu upravljanja rizikom jer omogućavaju dugoročnu otpornost na potencijalne katastrofe i efikasnije reagovanje kada se one dogode. U nastavku su navedene glavne pasivne mjere zaštite koje se preporučuju za područja pogođena debrithnim tokovima.

1. Zoniranje i prostorno planiranje

Zoniranje i prostorno planiranje predstavljaju osnovne pasivne mjere za smanjenje rizika od debrithnih tokova. Uspostavljanje zona vrlo visokog, visokog, srednjeg i niskog rizika u skladu s procjenama vjerovatnoće i intenziteta debrithnih tokova omogućava donošenje odgovarajućih odluka o korišćenju zemljišta i planiranju infrastrukture. U zonama vrlo visokog rizika trebalo bi strogo ograničiti nove izgradnje, dok u ostalim zonama rizika treba primjenjivati tehničke mjere za smanjenje rizika na prihvatljiv nivo. Prostorno planiranje može uključivati mjere kao što su:

- **Ograničenje razvoja infrastrukture i građevinskih objekata** u zonama podložnim debrithnim tokovima.
- **Tehnička zaštita postojećih objekata**
- **Uključivanje u planove prostornog uređenja** jasnih smjernica i standarda za izgradnju i aktivnosti u područjima rizika, uz uzimanje u obzir dugoročnih klimatskih promjena i njihovih uticaja na učestalost i intenzitet debrithnih tokova.

2. Sistemi ranog upozoravanja

Rani sistemi upozoravanja predstavljaju ključnu komponentu pasivnih mjera zaštite jer omogućavaju pravovremeno obavješćavanje ugroženih stanovnika i nadležnih službi o nadolazećem debrithnom toku. Ovi sistemi funkcionišu kroz prikupljanje podataka u realnom vremenu, analizu rizika i emitovanje upozorenja u slučaju prekoračenja zadatih pragova za

aktiviranje alarma. Korišćenjem ranih sistema upozoravanja moguće je značajno smanjiti rizik po ljudske živote i štete na imovini jer omogućavaju pravovremenu evakuaciju i aktiviranje dodatnih mjera zaštite.

3. Dokumentacija i monitoring

Dokumentacija i monitoring su sastavni dio pasivnih mjera zaštite koji omogućavaju prikupljanje, evidentiranje i analizu podataka o prošlim i potencijalnim budućim događajima debrithnih tokova. Ovi procesi omogućavaju procjenu učinkovitosti postojećih mjera, identifikaciju slabih tačaka u zaštitnom sistemu i pružaju osnove za planiranje dodatnih mjera. Monitoring i dokumentacija uključuju sljedeće aktivnosti:

- **Redovni pregledi stanja vodotokova i struktura** (barijere, rešetke, kanali) kako bi se identifikovale promjene koje bi mogle uticati na stabilnost terena ili protok debrithnog toka.
- **Evidentiranje podataka o svakom incidentu debrithnog toka**, uključujući obim, intenzitet, uticaj na teren i infrastrukturu, što omogućava analizu i predviđanje budućih događaja.
- **Geološko i geomorfološko kartiranje područja** kako bi se identifikovale zone visoke osjetljivosti i razumjele karakteristike toka i sedimenta.
- **Korišćenje LiDAR podataka i satelitskih snimaka** za dugoročno praćenje promjena u topografiji, što omogućava identifikaciju novih potencijalnih tačaka pokretanja debrithnih tokova.

Uvođenjem i primjenom ovih pasivnih mjera, može se značajno unaprijediti upravljanje rizikom od debrithnih tokova na nivou cijelog sliva. Svaka od ovih mjera zahtijeva odgovarajuće planiranje, tehničku podršku i usklađenost sa zakonskim okvirima. Kroz kombinaciju aktivnih i pasivnih mjera, moguće je postići trajnu zaštitu i efikasno smanjenje rizika po ljude, infrastrukturu i okoliš u pogođenim područjima.

9. ZONIRANJE PODRUČJA PO STEPENU RIZIKA ZA NASELJE DONJA JABLANICA

Zoniranje područja naselja Donja Jablanica rezultat je integracije geomorfoloških i geoloških analiza, simulacija u softveru RAMMS, terenskih istraživanja i podataka o lokalnim klimatskim i geološkim uslovima. Ova analiza uzima u obzir ključne faktore kao što su tektonska predispozicija terena, učestalost i razmjere lokalnih nestabilnosti, debljina i vrsta rastresitih drobinskih pokrivača, stepen površinske dezintegracije stijena, litofacijski sastav, morfologija terena, seizmičnost, te uticaj klimatskih promjena na aktiviranje nestabilnosti i dinamiku debrithnih tokova.

Kombinovani pristup hazarda i rizika omogućava preciznu procjenu vjerovatnoće i intenziteta budućih događaja, čime se olakšava donošenje prostorno-planskih odluka. Hazard predstavlja potencijalni prirodni proces, poput debrithnih tokova, koji ima mogućnost izazvati štetne posljedice. S druge strane, rizik uključuje i analizu izloženosti ljudi i infrastrukture, povezujući vjerovatnoću hazarda sa mogućim gubicima. U ovom izvještaju prikaz hazarda i rizika integrisan je na karti kako bi se osigurao pregledan i praktičan alat za planiranje.

Rezultati simulacija u RAMMS-u jasno ilustruju sukcesivno širenje debrinog toka zavisno od intenziteta i magnitude događaja. Zona vrlo visokog rizika (vrlo visok hazard) predstavlja prvu tačku udara, gdje manji debrinski tokovi ostaju lokalizovani. Kako se povećavaju intenzitet i magnituda toka, zona visokog rizika postaje zahvaćena, dok ekstremni događaji mogu dosegnuti i zonu niskog rizika. Svaka naredna zona trpi manji intenzitet hazarda, dok zone bliže izvoru toka doživljavaju najveće destruktivne uticaje.

Na osnovu ovih analiza, definisane su četiri zone rizika:

- **Zona vrlo visokog rizika (vrlo visok hazard):** Područje s najvišim intenzitetom i vjerovatnoćom uticaja debrinskih tokova.
Preporuka: *trajno isključeno za naseljavanje*
- **Zona visokog rizika (visok hazard):** Područje sa značajnim intenzitetom i frekvencijom uticaja.
Preporuka: *naseljivo isključivo uz provođenje aktivnih mjera zaštite*
- **Zona srednjeg rizika (srednji hazard):** Područje sa umjerenim intenzitetom uticaja, djelimično pogođeno tokom većih događaja.
Preporuka: *naseljivo uz mjere ublažavanja rizika (npr. pasivne mjere zaštite)*
- **Zona niskog rizika (nizak hazard):** Područje sa minimalnom vjerovatnoćom uticaja, moguće samo tokom ekstremnih događaja.
Preporuka: *pogodno za naseljavanje bez posebnih mjera zaštite.*

Pojedine zone visokog i srednjeg rizika nisu bile direktno zahvaćene posljednjim debrinim tokom. Međutim, geomorfološki i hidrološki uslovi, u kombinaciji s dinamikom toka i procesima mobilizacije materijala, pokazuju da budući tokovi slične ili veće magnitude mogu zahvatiti ta područja. Promjene u eroziji i depoziciji materijala, uključujući mobilizaciju blokova, drveća i drugih predmeta, mogu usmjeriti tok ka ovim zonama, što zahtijeva dodatnu pažnju pri prostornom planiranju i primjeni mjera zaštite.

Važno je naglasiti da rezultati predstavljeni u ovom poglavlju i priloženoj karti predstavljaju procjenu rizika na osnovu dostupnih podataka, simulacija i analiza, te su podložni promjenama ukoliko se pribave dodatni podaci ili sprovedu detaljnija istraživanja.

Karta s prikazom zona rizika i hazarda, izrađena na osnovu simulacija, terenskih podataka i geomorfoloških analiza, nalazi se u prilogu izvještaja. Ova karta pruža vizualni pregled identifikovanih zona i služi kao ključni alat za donošenje odluka o prostornom planiranju i primjeni mjera zaštite.

10. PROCJENA NASELJIVOSTI DONJE JABLANICE I ANALIZA PLANSKO-ZAKONSKOG OKVIRA U KONTEKSTU IZDAVANJA GRAĐEVINSKIH DOZVOLA

10.1. Procjena prirodne pogodnosti terena Donje Jablanice za naseljavanje prije oktobra 2024. godine

U cilju razumijevanja stvarne (ne)prikladnosti prostora Donje Jablanice za stanovanje, u ovom poglavlju analizirani su ključni prirodni faktori koji su djelovali *prije katastrofalnog događaja iz oktobra 2024. godine*, bez obzira na naknadne promjene koje je bujični tok debrithnog tipa donio. Poseban fokus je stavljen na geomorfološke i geološke predispozicije terena, hidrološki režim, degradaciju vegetacijskog pokrivača i dinamiku reljefnih procesa. U prethodnim poglavljima obrađen je tok samog događaja, dok se u poglavlju 10.2 definiira prostorno-zakonski okvir. Ovdje se daje prirodnogeografska osnova za razumijevanje razloga zbog kojih ovaj prostor nikada nije bio prikladan za trajno naseljavanje u obimu u kojem je to omogućeno u prethodnim godinama.

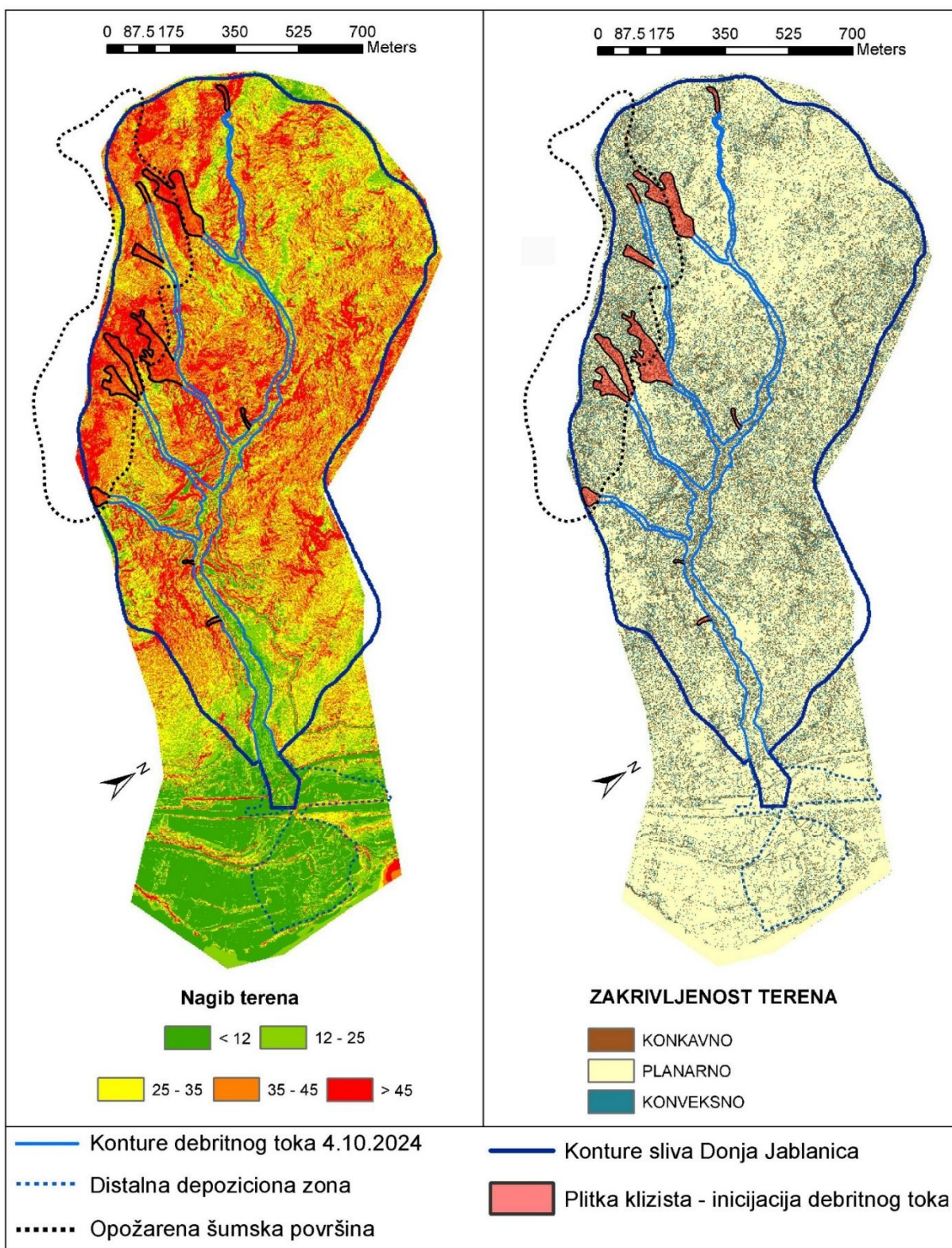
Prostor sliva Donje Jablanice građen je najvećim dijelom od kompaktnih trijaskih dolomita, uz lokalno prisustvo masivnih krečnjaka te podređeno brečastih krečnjaka i stijena vulkanogeno-sedimentne asocijacije. Ove stijene imaju slabo razvijenu pukotinsku poroznost, bez razvijene karstifikacije, što značajno utiče na režim oticanja; infiltracija padavinske vode je minimalna, a voda se umjesto toga površinski usmjerava niz padine i kanalima formira jak površinski oticaj. Terenska ispitivanja i analogije sa sličnim slivovima u Dolomitima (Italija)² potvrđuju brzu hidrološku reakciju na intenzivne padavine u ovakvom litološkom okruženju, uz tendenciju naglog formiranja površinskih tokova.

Strme padine dolomitnog masiva izložene su stalnom procesu formiranja sipara, odnosno akumulacije rastresitog materijala u konkavnim zonama padine. Ti sipari su heterogeni, slabo sortirani, s visokom poroznošću i smanjenom stabilnošću u saturiranom stanju. Kada se zasite uslijed jakih kiša, dolazi do iznenadnog porasta pritiska, što uzrokuje pokretanje plitkih klizišta, koja se u usjecima stapaju u debrithne tokove. U bujičnim situacijama, tok može mobilizirati i duboke naslage kolvijalnog materijala, što rezultira dubinskom erozijom do supstrata, kako je dokumentirano i u Donjoj Jablanici nakon oktobra 2024.

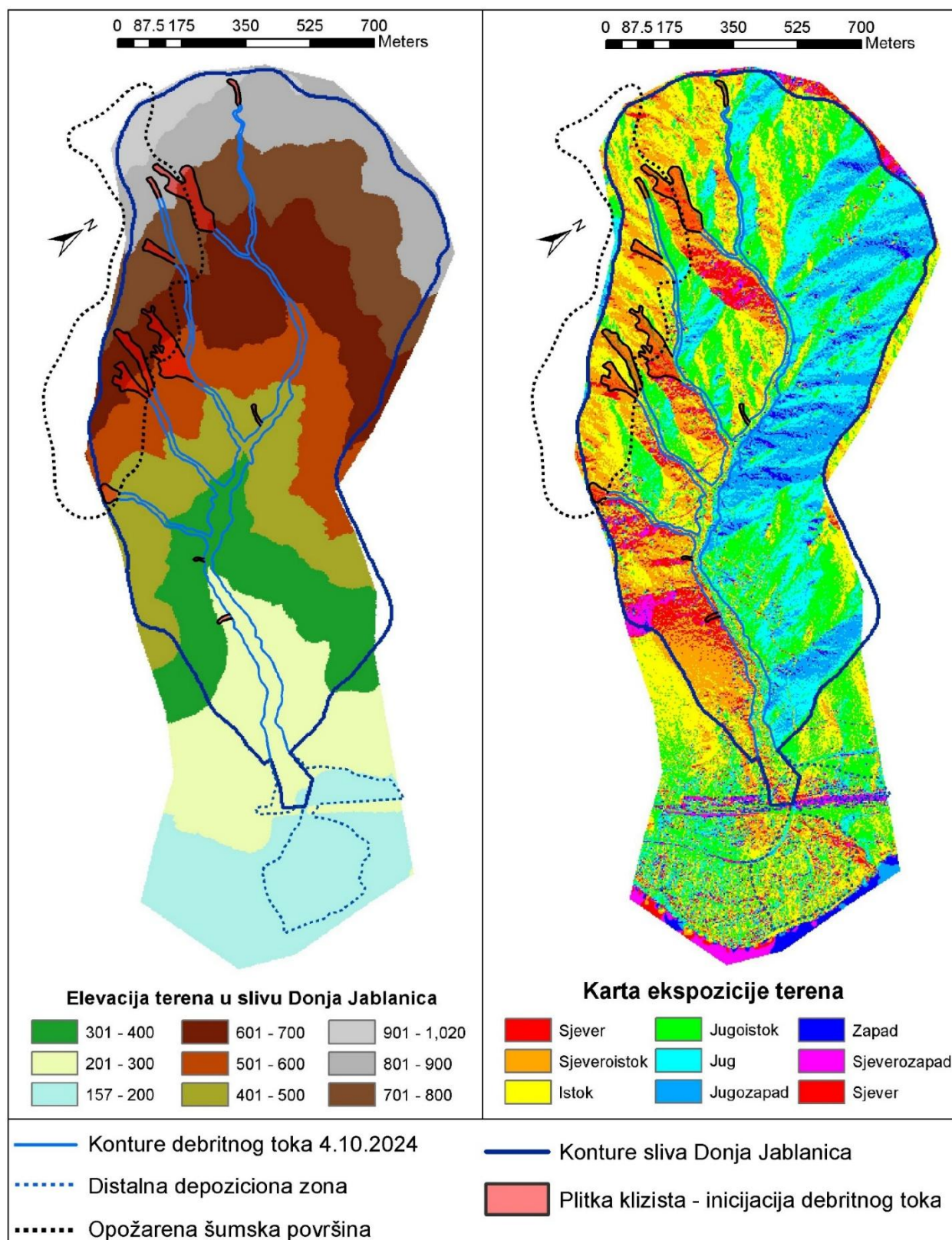
Prostor sliva karakterizira **izražena energija reljefa** – nagibi padina u gornjem dijelu sliva prelaze 30°, uz izražene konveksno-konkavne prelaze i jaku kanalizaciju oticaja. Analiza zakrivljenosti i nagiba terena (slika 55) potvrđuje postojanje brojnih usjecenih kanala i konvergentnih zona gdje se gravitacioni materijal prirodno akumulira.

Ovakva geomorfološka konfiguracija stvara **tranzitne zone** kroz koje se akumulirani materijal pri ekstremnim padavinama lako mobilizira niz padinu – upravo tamo gdje su se 2024. godine formirali najdestruktivniji tokovi. S obzirom na litološko-pedološke odnose, riječ je o prostoru **prirodno predisponiranom za generisanje debrithnih tokova**.

² Litološke i geomorfološke karakteristike sliva Donje Jablanice pokazuju značajne sličnosti sa planinskim predjelima Dolomita u Italiji, gdje su brojni slivovi građeni od trijaskih dolomita slične tekture i geomehničkih osobina. U tim regijama su kroz višedecenijske studije (npr. Regione Veneto, Provincia di Belluno) dokumentovani brzi odgovori dolomitnih slivova na intenzivne padavine, s izraženim površinskim oticanjem, mobilizacijom sipara i formiranjem kanalizovanih debrithnih tokova. Ova poređenja mogu služiti kao korisna analogija za razumijevanje hidrološke reaktivnosti i erodibilnog ponašanja sličnih slivova u Bosni i Hercegovini.



Slika 55. Lijevo: Karta nagiba terena u slivu Donje Jablanice, generisana na osnovu LiDAR modela visoke rezolucije (25 cm). Dominantno prisustvo vrlo strmih padina ($>35^\circ$, crvena i narandžasta boja) u zonama iznad opožarenih šuma i lokacija inicijacije klizišta potvrđuje izraženu morfološku predispoziciju za razvoj gravitacionih i bujičnih procesa. **Desno:** Karta zakrivljenosti terena, koja prikazuje raspored konkavnih, planarnih i konveksnih segmenata padine. Inicijalne tačke debrinog toka gotovo u potpunosti se poklapaju s konkavnim zonama, što ukazuje na koncentraciju površinskog oticanja i mogućnost akumulacije nestabilnog materijala.



Slika 56. Lijevo: Hipsometrijska karta sliva Donje Jablanice prikazuje vertikalnu strukturu terena. Naglašena energija reljefa doprinosi razvoju brzih i destruktivnih tokova. **Desno:** Karta ekspozicije terena pokazuje da se opožarene padine u najvećoj mjeri poklapaju sa jugozapadnim, južnim, jugoistocnim i istočnim ekspozicijama, koje su u lokalnim klimatskim uslovima izložene većem stepenu insolacije i isušivanja. Ova prostorna distribucija ukazuje na utjecaj solarne radijacije i degradacije vegetacijskog pokrivača u stvaranju predispozicije za pokretanje klizišta i bujičnih tokova.

Analiza ekspozicije i hipsometrije (Slika 56) pokazuje da se opožarene padine najčešće poklapaju sa jugozapadnim, južnim, jugoistočnim i istočnim ekspozicijama, koje su u lokalnim klimatskim uslovima podložnije jačoj insolaciji i isušivanju. Na ovim ekspozicijama dolazi do izraženijeg gubitka vegetacijskog pokrivača, što dodatno destabilizuje padinski materijal.

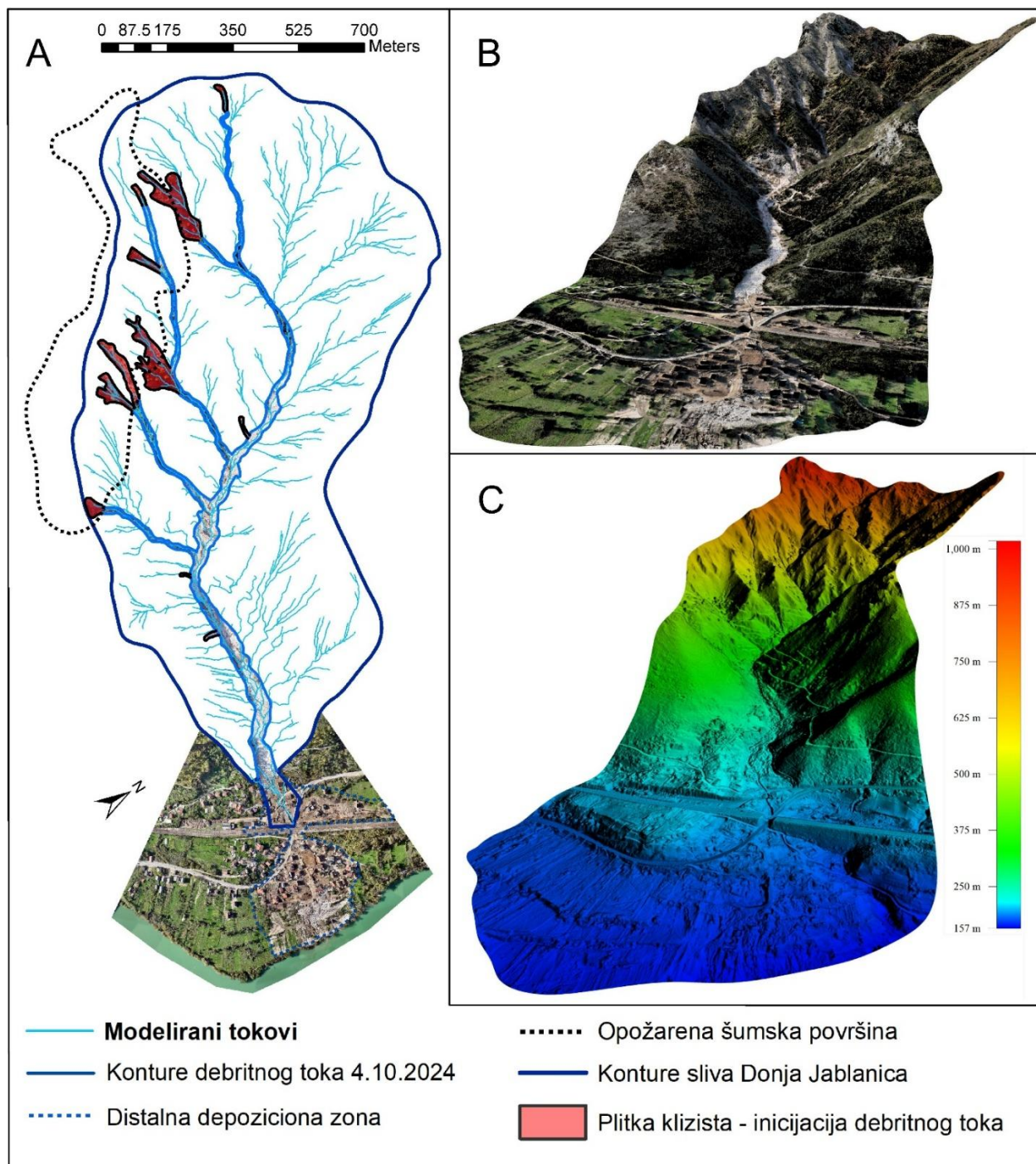
Posebno je važno istaći da razvijena šumska vegetacija na strmim padinama ne samo da smanjuje površinsko oticanje već i omogućava zadržavanje većih količina rastresitog materijala, čija bi stabilnost bez biološke potpore bila znatno manja zbog nepovoljnih geomehaničkih karakteristika. Korijenov sistem djeluje kao prirodna armatura tla, povećavajući njegovu strukturnu stabilnost i otpornost na klizanje. Nakon intenzivnih šumskih požara dolazi do postepenog raspada korijenovog sistema, obično u periodu od 2 do 5 godina, što dovodi do gubitka unutrašnje potpore i povećanja vjerovatnoće destabilizacije padinskog materijala. U konkretnom slučaju, požar koji je prethodio oktobarskom događaju doveo je do degradacije vegetacije u kritičnim zonama, zbog čega su padine bile hidrološki i mehanički nepripremljene za prijem ekstremnih padavina. **Analizom terenskih i aerofotogrametrijskih podataka utvrđeno je da su gotovo sve inicijacije debrिटnog toka u slivu Donje Jablanice započele upravo unutar opožarenih zona, potvrđujući tako ulogu degradacije vegetacije kao glavnog predisponirajućeg faktora.**

Analiza visokorezolucijskog digitalnog modela terena (LiDAR, 25 cm) omogućila je precizno generisanje prediktivne mreže povremenih tokova (Slika 57), koji odražavaju prirodne pravce koncentracije površinskog oticaja. Dobijena mreža pokazuje izuzetno jasan obrazac prema kojem svi tokovi konvergiraju prema prostoru naselja Donja Jablanica, odnosno prema zoni koja je na karti rizika označena kao zona vrlo visokog rizika. Ova prostorna konfiguracija potvrđuje da je kompletna površina analiziranog sliva, veličine približno 1,22 km², prirodno usmjerena prema gusto naseljenom području – bez bifurkacija protoka.

Posebno je značajno da se svi modelirani prediktivni tokovi poklapaju sa trasama registrovanih debrिटnih tokova iz oktobra 2024. godine, bilo da je riječ o primarnom toku ili sekundarnim tokovima (SDF-1, SDF-2, SDF-3). Ova podudarnost ukazuje na visok stepen pouzdanosti morfometrijske analize za prognozu tokova u ekstremnim uslovima i potvrđuje da se već u fazi prostornog planiranja mogla predvidjeti visoka ugroženost predmetnog područja.

Za potrebe ocjene dinamike i intenziteta debrिटnog toka izvršena je numerička simulacija u softveru **RAMMS::Debris Flow**, koristeći pristup koji omogućava visoko rezolutnu analizu kanaliziranih debrिटnih tokova na osnovu detaljnog DTM-a (generisanog iz LiDAR podataka rezolucije 25 cm preračunatog na 1m). Kao ulazni parametri korišteni su procijenjena masa mobilisanog materijala, karakteristična viskoznost i gustoća, uz konfiguraciju ulazne zapremine zasnovanu na poznatim inicijalnim zonama.

Model je baziran na Voellmy-Salmovoj formulaciji, koja se koristi za opis gibanja viskoznog materijala sa komponentom unutrašnjeg trenja i turbulentnog otpora. Parametri površinskih frikcionih faktora, uključujući Coulombovu frikciju (μ) i turbulentni otpor (ξ), su kalibrisani na osnovu geometrije toka, registrovane erozije i dužine depozicije na terenu. Analiza je uključila i mobilizaciju materijala iz zone ilegalnog kamenoloma dolomita „Šupljika“, koji je zbog svog položaja i litoloških karakteristika predstavljao dodatni izvor materijala. Iako se ovaj kamenolom ne razmatra zasebno u prostorno-planskom smislu, njegova prisutnost je morala biti uzeta u obzir pri simulaciji, s obzirom na direktan doprinos količini i energiji toka.



Slika 57. A: Hidrografska mreža generisana topografsko-analitičkim metodama iz LiDAR digitalnog modela reljefa rezolucije 25 cm. Prikazani tokovi predstavljaju prediktivne pravce koncentracije površinskog oticanja, određene isključivo na osnovu morfometrijskih parametara reljefa. Linije se u velikoj mjeri prostorno poklapaju s trasama evidentiranih debrinatih tokova iz oktobra 2024. godine, potvrđujući topografski kontrolisanu prirodu debrinatih tokova. **B:** Kolorizovani 3D prikaz digitalnog modela reljefa (LiDAR DEM), s fokusom na proksimalnu i distalnu depozicionu zonu unutar naselja Donja Jablanica. Jasno je izražena reljefna tranzicija od erozivno-transportnih zona ka akumulacionim površinama, gdje je došlo do taloženja većine mobiliziranog materijala. **C:** Trodimenzionalna hipsometrijska projekcija centralnog dijela sliva, koja akcentira vertikalnu izraženost padinskih fronti iznad naseljenog područja. Morfometrijske karakteristike terena ukazuju na visoku predispoziciju za generisanje visokoenergijskih taložnih tokova u uslovima ekstremnih padavina.

Rezultati simulacije jasno prikazuju da je i bez uključivanja dodatnog materijala iz kamenoloma očekivani tok bio visoko destruktivan, sa značajnim dometom i debljinom depozicije, što potvrđuje ekstremnu predisponiranost terena za ovakve pojave. Uključivanjem kamenoloma kao dodatnog izvora, simulacija prikazuje određeno povećanje intenziteta toka, promjene u depozicionoj zoni i produženu dužinu oticanja.

U konačnici, RAMMS simulacija je poslužila ne samo kao validacija prethodno identificiranih rizika već i kao kvantitativni dokaz da je prediktivna mreža tokova, erodabilni materijal i morfometrijske karakteristike sliva u visokom stepenu kompatibilne sa na terenu zabilježenim destruktivnim događajem iz oktobra 2024. godine. Time je ova analiza dodatno učvrstila zaključak da je područje Donje Jablanice bilo prirodno nepovoljno za naseljavanje čak i prije katastrofalnog toka.



Slika 58. Numerička simulacija debrinog toka od 4. oktobra 2024. godine, generisana u RAMMS softveru, prikazuje prostorni razvoj i distribuciju mobilisanog materijala u okviru cijelog sliva Donje Jablanice. Simulacija je izrađena na osnovu detaljnog LiDAR modela reljefa i uključuje sve poznate zone inicijacije, uključujući i mobilizaciju materijala u zoni kamenoloma, koja je dodatno pojačala intenzitet toka. Jasno je izražen kanalizovani tok kroz srednji i donji segment sliva, kao i širenje u distalnoj akumulacionoj zoni, gdje su smješteni stambeni objekti. Prostorno poklapanje sa morfometrijski definisanim preferencijalnim pravicima oticanja potvrđuje prirodnu predispoziciju ovog prostora za razvoj visokoenergijskih bujičnih procesa.

Uprkos činjenici da je debrithni tok iz oktobra 2024. godine zahvatio čitavu dužinu glavne doline — od najviše tačke sliva do erozionog bazisa — analiza prostorne distribucije klizišta i inicijalnih zona tokova pokazuje jasnu asimetriju u aktivaciji. Dominantna zona destabilizacije bila je desna padinska strana glavne doline gledano nizvodno, dok je lijeva strana sliva u velikoj mjeri ostala netaknuta. Tokovi s desnog boka mobilisali su većinu dostupnog materijala, pri čemu su pojedini kanali i sipari erodirani do čvrste podloge, što je dovelo do djelimične stabilizacije u tom dijelu sliva. Nasuprot tome, lijevi bok sliva i dalje sadrži brojne mikroslivove, konkavne forme i akumulacije rastresitog materijala koje nisu bile aktivirane tokom analiziranog događaja, ali predstavljaju očigledan rezidualni rizik. Bitno je naglasiti da su ovi mikroslivovi orijentisani tako da njihovi potencijalni tokovi konvergiraju ka istom glavnom knalu, što znači da bi, u slučaju njihove aktivacije, mogli proizvesti događaj slične magnitude kao onaj iz oktobra 2024. godine — čak i bez učešća suprotne strane sliva, čime bi se praktično ponovio mehanizam prethodnog događaja, ali sa zamijenjenim ulogama. Zbog toga se i ove trenutno neaktivirane zone moraju posmatrati kao visoko predisponirane i integrisati u dalju prostorno-plansku i zaštitnu analizu.

OCjenom ukupne situacije kroz višekriterijalni pristup (nagib, zakrivljenost, litologija, degradacija, hidrologija, simulacija), prostor Donje Jablanice kategoriziran je u četiri stepena rizika. Zone vrlo visokog rizika označene su kao **trajna zona isključenja**, dok su zone visokog i srednjeg rizika **uslovno pogodna područja**, i to isključivo uz primjenu aktivnih i pasivnih mjera zaštite.

Budući da su ove zone definisane nakon što je došlo do erozije i pražnjenja pojedinih kanala, **prije samog događaja stanje je bilo znatno rizičnije** – sa više akumuliranog materijala, nestabilnijim površinskim horizontima i većim potencijalom za pokretanje debrithnih tokova. Odatle proizlazi jasan zaključak da **Donja Jablanica, u prirodnim uslovima prije oktobra 2024. godine, nije bila pogodna za naseljavanje**, niti za izdavanje građevinskih dozvola u obimu u kojem je to tada bilo omogućeno.

10.2. Pravni i planski okvir za izdavanje građevinskih dozvola

Regulatorni okvir za prostorno planiranje i izdavanje građevinskih dozvola u Federaciji Bosne i Hercegovine temelji se na više nivoa zakonodavstva, od federalnog do kantonalnog. Na najvišem nivou, oblast planiranja prostora uređena je Zakonom o prostornom planiranju i korištenju zemljišta na nivou Federacije Bosne i Hercegovine („Službene novine FBiH”, br. 2/06, 72/07, 32/08, 4/10, 13/10, 45/10, 85/21, 92/21 i 72/24), koji propisuje načela, postupke, nadležnosti i obaveze u izradi prostornih i urbanističkih planova, kao i njihovu strukturu i pravno dejstvo.

Ovaj zakon se operacionalizira putem Uredbe o jedinstvenoj metodologiji za izradu dokumenata prostornog uređenja („Službene novine FBiH”, br. 63/04 i 50/07), kojom se precizira da planski dokumenti moraju sadržavati mjere za prevenciju i ublažavanje posljedica prirodnih nepogoda i katastrofa, uključujući i „mjere zaštite stanovnika i materijalnih dobara od prirodnih i ljudskim djelovanjem izazvanih nepogoda i katastrofa“. Na taj način se uspostavlja normativna obaveza da se prilikom izrade planskih dokumenata u obzir uzmu prirodni uslovi i rizici (član 13).

Dodatni normativni okvir čini Zakon o vodama Federacije BiH („Službene novine FBiH”, br. 70/06), kojim se, između ostalog, definiše pojam zaštite od štetnog djelovanja voda –

uključujući poplave, bujične tokove i eroziju – kao sastavni dio ukupnog upravljanja vodama. U skladu s članom 90. ovog zakona, Vlada Federacije BiH je obavezna donijeti posebnu uredbu kojom se uređuju vrste i sadržaj planova zaštite od štetnog djelovanja voda, a koji obuhvataju i identifikaciju poplavnih i erozionih područja. Dalje, član 156. Zakona propisuje da su agencije za vodna područja nadležne za provođenje tih planova, što uključuje planiranje i realizaciju mjera zaštite na osnovu utvrđenih zona ugroženosti. Time se na institucionalnom nivou jasno uspostavlja obaveza federalne vlasti da, putem nadležnih vodoprivrednih agencija, identifikuje rizična područja i osigura odgovarajuće mjere zaštite u cilju prevencije šteta po ljude, imovinu i okoliš.

Također, Zakon o zaštiti i spašavanju ljudi i materijalnih dobara od prirodnih i drugih nesreća („Službene novine FBiH”, br. 39/03 i 22/06) propisuje obavezu kontinuiranog praćenja i procjene rizika od prirodnih nesreća, čime indirektno doprinosi planiranju zaštitnih mjera, iako nije direktno integrisan u proceduru prostornog planiranja.

Na kantonalnom nivou, relevantni pravni akti uključuju:

- Zakon o prostornom uređenju Hercegovačko-neretvanskog kantona („Službene novine HNK”, br. 4/04 i 4/14),
- Zakon o građenju HNK („Službene novine HNK”, br. 4/13),

kojima se bliže uređuju nadležnosti organa uprave u izradi i sprovođenju planskih dokumenata, postupci izdavanja urbanističkih saglasnosti i građevinskih dozvola, te obaveze investitora i nosilaca planiranja.

Na lokalnom nivou, ključni pravni osnov za upravne akte u oblasti građenja predstavljaju Prostorni i Urbanistički plan općine Jablanica, formalno usvojeni i objavljeni u Službenom glasniku općine. Ovi dokumenti određuju namjenu zemljišta, zoniranje i uslove građenja, čime predstavljaju neposredni osnov za odlučivanje nadležne općinske službe o izdavanju građevinskih dozvola.

Nedostaci regulatornog okvira i izostanak integrisanog hazard zoniranja

Iako relevantni propisi na federalnom i kantonalnom nivou predviđaju da se u procesima prostornog planiranja moraju uvažavati prirodni uslovi i rizici – uključujući poplave, klizišta i druge oblike prirodnih nepogoda – važeći zakonodavni okvir ne propisuje izričito niti standardizira izradu **integrisanih, višefaktorskih karata rizika**, čime ostaje nejasno da li i kako takvi alati treba da budu sastavni dio planske dokumentacije.

Zakon o prostornom planiranju i korištenju zemljišta FBiH ne koristi pojam „procjena rizika“, niti predviđa metodološki okvir za zoniranje prostora na osnovu prirodnih hazarda. Umjesto toga, u članu 15. navodi se obaveza uvažavanja „prirodnih, kulturno-historijskih i pejzažnih vrijednosti“, koje uključuju mjere zaštite od prirodnih i ljudskim djelovanjem izazvanih katastrofa (član 14), ali bez dodatnog normativnog razrađivanja načina njihove integracije u prostornu strukturu planskih dokumenata. U praksi, to dovodi do toga da planerske institucije i stručne kuće samostalno tumače sadržaj i domet pojma „prirodni“ uslovi, što rezultira značajnim razlikama u pristupu i stepenu obrade rizika.

Uredba o jedinstvenoj metodologiji za izradu dokumenata prostornog uređenja („Službene novine FBiH”, br. 63/04 i 50/07) propisuje da planski dokumenti moraju sadržavati mjere za ograničavanje efekata prirodnih nepogoda i katastrofa. Međutim, ne sadrži odredbe kojima bi

se uspostavila obaveza objedinjavanja sektorskih analiza (geoloških, hidroloških, klimatoloških itd.) u jedinstvenu kartu opasnosti koja bi služila kao osnova za zonaciju i prostorna ograničenja. Ova praznina u regulativi ostavlja mogućnost da se prirodni hazard faktori – kao što su debrin tokovi, klizišta, plavne i erozione zone – razmatraju kao odvojene kategorije, bez integrativnog modela koji bi omogućio jedinstvenu i koherentnu procjenu ukupnog rizika.

Dodatni problem predstavlja izostanak konceptualnih alata poput dijagrama intenzitet–učestalost ili sinoptičkih hazard mapa koje integrišu više vrsta rizika i njihovu međusobnu prostornu i vremensku interakciju. Upravo odsustvo takvih višedimenzionalnih i vizualno standardiziranih karata onemogućava jasno prepoznavanje kompleksnih zona visoke ugroženosti, što u razvijenim sistemima planiranja predstavlja osnovu za određivanje ograničenja u korištenju zemljišta i projektovanje preventivnih mjera.

Iako Zakon o vodama FBiH u članu 90. propisuje obavezu izrade planova zaštite od štetnog djelovanja voda – uključujući identifikaciju poplavnih i erozionih područja – zakonodavni okvir ne sadrži mehanizam kojim bi se osigurala integracija tih planova u prostornu plansku dokumentaciju na lokalnom nivou. Slično tome, Zakon o zaštiti i spašavanju od prirodnih i drugih nesreća zahtijeva procjene rizika za potrebe civilne zaštite, ali bez funkcionalne veze sa planskim aktima.

U konačnici, nijedan važeći propis ne uspostavlja jasnu, operacionalnu normu kojom bi se izrada integrisanih karata rizika propisala kao obavezni sastavni dio prostorne dokumentacije. Ova pravna i institucionalna praznina direktno utiče na praksu planiranja, jer omogućava da se ključni hazard faktori razmatraju fragmentirano i bez systemske koordinacije, čime se propušta prilika za efikasno preventivno djelovanje kroz planske alate.

Sektorske osnove za hazard zoniranje - nedostatak integrisanih baza podataka i karata

Pored nedostataka u zakonodavnom okviru koji ne nalaže izradu integrisanih karata rizika, dodatni izazov za kvalitetno hazard zoniranje predstavlja nepostojanje jedinstvenih, ažurnih i prostorno preciznih sektorskih baza podataka koje bi mogle poslužiti kao temelj za prostorno-planske dokumente. U sektoru zaštite voda, doktrina prepoznavanja bujičnih tokova kao posebnog geohidrološkog rizika jeste prisutna u strateškim dokumentima, ali bez odgovarajuće implementacije.

Primjera radi, u „Strateškoj studiji upravljanja vodnim područjima Federacije BiH – Jadransko more” prepoznata je potreba za izradom katastra bujičnih tokova, kao i oslonac na kartu erozije kao preliminarne analitički alat. Međutim, katastar bujičnih tokova nikada nije izrađen, niti su njegove sastavne komponente (npr. klasifikacija tokova, tipizacija erozionih procesa, prostorna razrada opasnih zona) operacionalizirane kroz zakonski obavezujuće procedure. Karta erozije, iako tehnički izrađena na nivou Federacije, nije integrisana ni u vodne ni u prostorne planove, niti postoji mehanizam njenog ažuriranja i validacije u skladu s novim događajima.

Također, sektorski planovi zaštite od štetnog djelovanja voda – uključujući Plan upravljanja rizicima od poplava (PURP) – bujične tokove tretiraju samo implicitno, bez zasebnog kategoriziranja ili hazard zoniranja. Kao rezultat toga, planski dokumenti na lokalnom nivou ostaju bez pouzdane i objedinjene podloge koja bi mogla ukazivati na prostornu distribuciju bujičnih prijetnji.

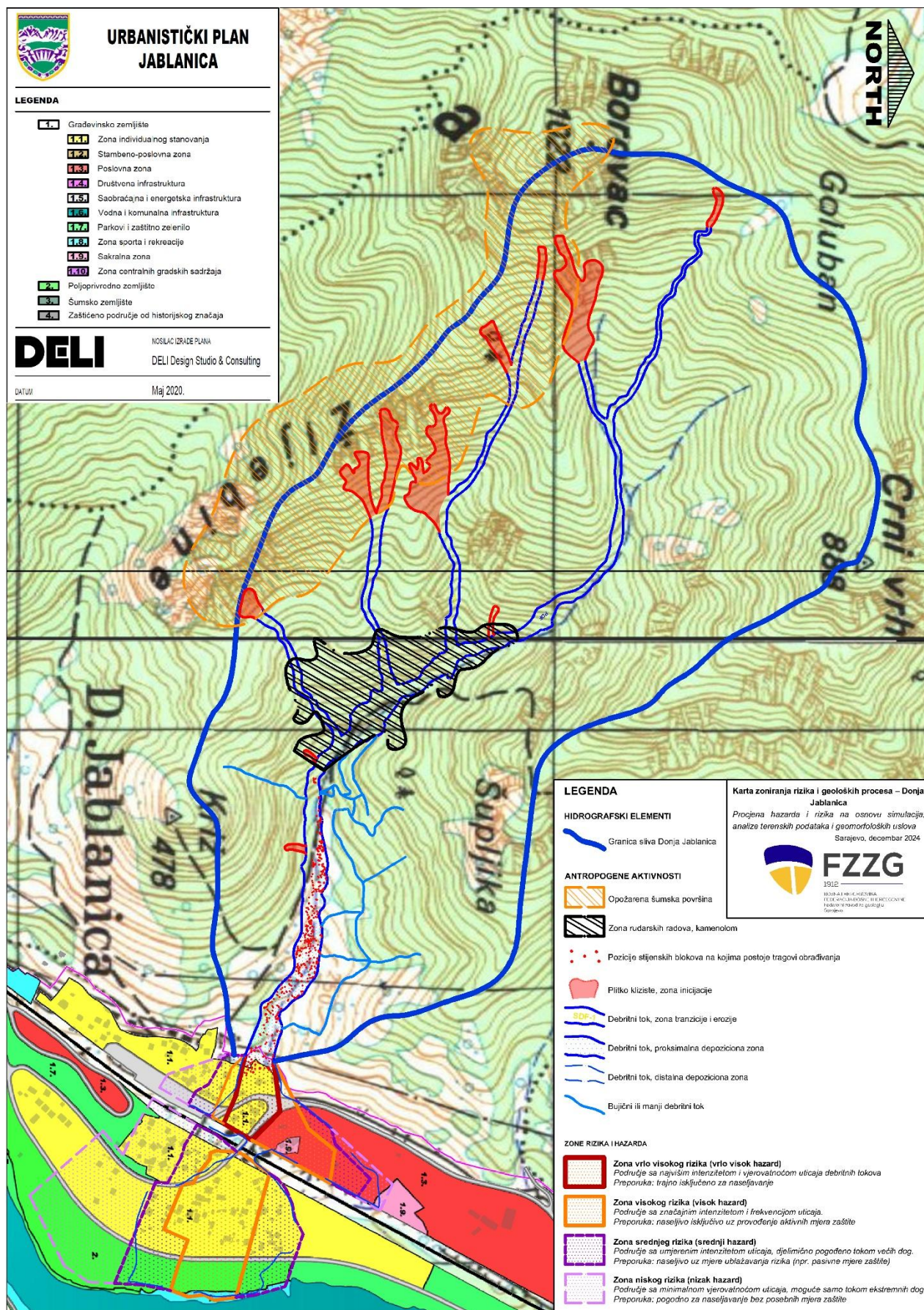
Ovakav sektorima fragmentiran pristup – u kojem pojedine ustanove posjeduju tehničke kapacitete ili djelomične baze podataka, ali bez sistemske razmjene i formalne integracije – onemogućava razvoj dosljednih i integrisanih karata hazarda. Posljedično, i kada postoji svijest o prirodnim prijetnjama poput bujičnih tokova, ne postoje ni normativni ni tehnički alati da se ta prijetnja pretoči u prostornu zonaciju i uvrsti u obavezujuću prostorno-plansku dokumentaciju.

Čak i kada bi na nivou Federacije BiH postojale ažurirane i integrisane karte hazarda (npr. katastar bujičnih tokova, karte erozije i nestabilnih područja), one bi mogle poslužiti tek kao indikativni okvir – osnovni analitički sloj koji omogućava uočavanje rizičnih područja i postavljanje preliminarnih prostornih ograničenja. Međutim, za potrebe prostornog planiranja i donošenja konkretnih odluka o dozvoljenoj izgradnji, neophodna je detaljna analiza hazarda u svakom pojedinačnom slivu ili ugroženom području, u velikom mjerilu, koja uključuje terenske podatke, geomorfološku karakterizaciju i – gdje je moguće – simulacije toka, intenziteta i dinamike prirodnog procesa (npr. bujičnog toka, posebno debrinog i blatnog). Ovakav pristup, utemeljen na međunarodnim dobrim praksama, omogućava ne samo bolje razumijevanje konkretne opasnosti, već i preciznije definisanje zona zabrane ili ograničenja gradnje, čime se doprinosi sigurnijem prostornom razvoju.

Prostorno-planska dokumentacija Jablanice i zoniranje rizika

U zvanično usvojenim prostornim dokumentima općine Jablanica – uključujući Prostorni plan općine Jablanica 2016–2025 i Urbanistički plan – područje Donje Jablanice planirano je kao građevinska zona za individualno stanovanje, odnosno kao prostor predviđen za širenje naselja. Ipak, tokom izrade ovih planskih dokumenata nije bila provedena sistemska analiza prirodnih karakteristika terena koje su od presudnog značaja za identifikaciju rizika. Takve karakteristike obuhvataju morfologiju terena, nagib i zakrivljenost padina, energiju reljefa, tokove površinskih voda, strukturu vegetacijskog pokrivača – posebno šumskog – te njegovu otpornost na požare, kao i litološku građu, sastav i debljinu kvartarnog pokrivača i njegovu podložnost klizanju, sklonost eroziji ili mobilizaciji usljed ekstremnih padavina. Pored toga, nije razmatran ni klimatski kontekst – uključujući dugoročne meteorološke podatke, učestalost ekstremnih padavinskih događaja, kao ni projekcije intenziteta i frekvencije oborina u uslovima klimatskih promjena, iako su ovi faktori od ključne važnosti za razumijevanje vjerovatnoće aktiviranja bujičnih i klizišnih procesa. Izostanak integracije ovih faktora doveo je do toga da se građevinske zone planiraju i u područjima potencijalno visokog rizika, bez prethodnog isključenja iz zone predviđene za izgradnju. Ova činjenica postaje još značajnija imajući u vidu da za stambenu zonu Donje Jablanice nije postojao dodatni regulacioni plan koji bi mogao detaljnije analizirati ili korigovati propuste prethodnog planiranja.

U Službenom glasniku općine Jablanica iz 2010. godine zabilježena je formulacija o postojanju „ugroženih zemljišta (klizišta, plavna, erozivna i bujičasta)“, ali bez konkretne kartografske podloge kojom bi takva zemljišta bila precizno prostorno definisana, zonirana i u skladu s tim – jasno prepoznata kao područja sa posebnim režimima građenja. Drugim riječima, iako su određeni prirodni rizici deklarativno identifikovani, ti podaci nisu pretočeni u karte koje bi omogućile preciznu i operativnu primjenu kroz plansku dokumentaciju. S obzirom na to da važeći zakonodavni okvir ne propisuje obaveznu izradu integrisanih karata rizika kao sastavnog dijela prostornih planova, izostanak takve karte značio je i izostanak formalnog mehanizma kojim bi se opasne zone mogle pravno i tehnički isključiti iz namjena predviđenih za izgradnju.

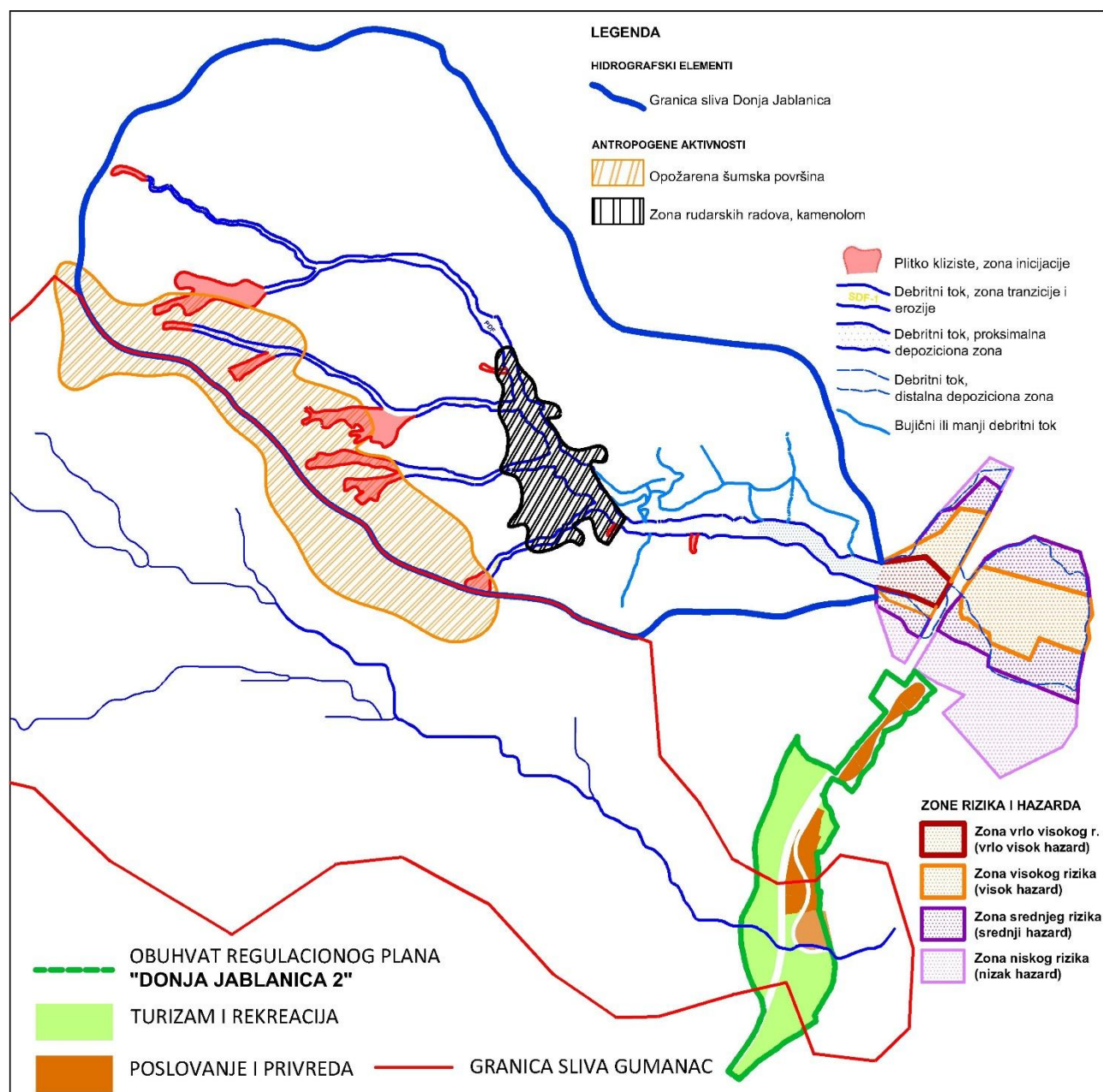


Slika 59. Preklapanje zone planirane za individualno stanovanje (žuti poligon) u Urbanističkom planu s kartom vrlo visokog i visokog rizika od debrinih tokova koju je izradio FZZG za potrebe Izvjestaja (vidjeti prilog).

U okviru ovog izvještaja Zavoda izrađena je Karta zoniranja rizika i geoloških procesa – Donja Jablanica, kao analitički instrument koji kombinuje rezultate terenskih istraživanja, geomorfoloških analiza i numeričkih simulacija bujičnih (debritnih) tokova. Ova karta nije postojala u vrijeme donošenja važeće prostorno-planske dokumentacije, ali upravo takva karta trebala je biti sastavni dio njenog sadržaja – kao osnov za donošenje odluka o prostornom uređenju u uslovima prirodnog rizika. Analizom faktora na toj karti utvrđeno je da se veliki dio zone planirane za stambeno širenje Donje Jablanice prostorno poklapa sa zonama vrlo visokog i visokog rizika od debritnih tokova. Katastrofalni događaj iz oktobra 2024. godine, koji je rezultirao ljudskim žrtvama i ozbiljnim razaranjima, naknadno je potvrdio opravdanost primijenjene metodologije, ali je istovremeno ukazao na zabrinjavajuću činjenicu da u fazi planiranja **nije postojao nijedan institucionalni ili tehnički mehanizam za prepoznavanje i uključivanje ovih prijetnji**. Prostorni plan u suštinskom smislu se pokazao neadekvatnim jer nije sadržavao ključne informacije o prirodnim procesima koji bi morali usloviti zabranu ili značajna ograničenja gradnje u najugroženijim zonama.

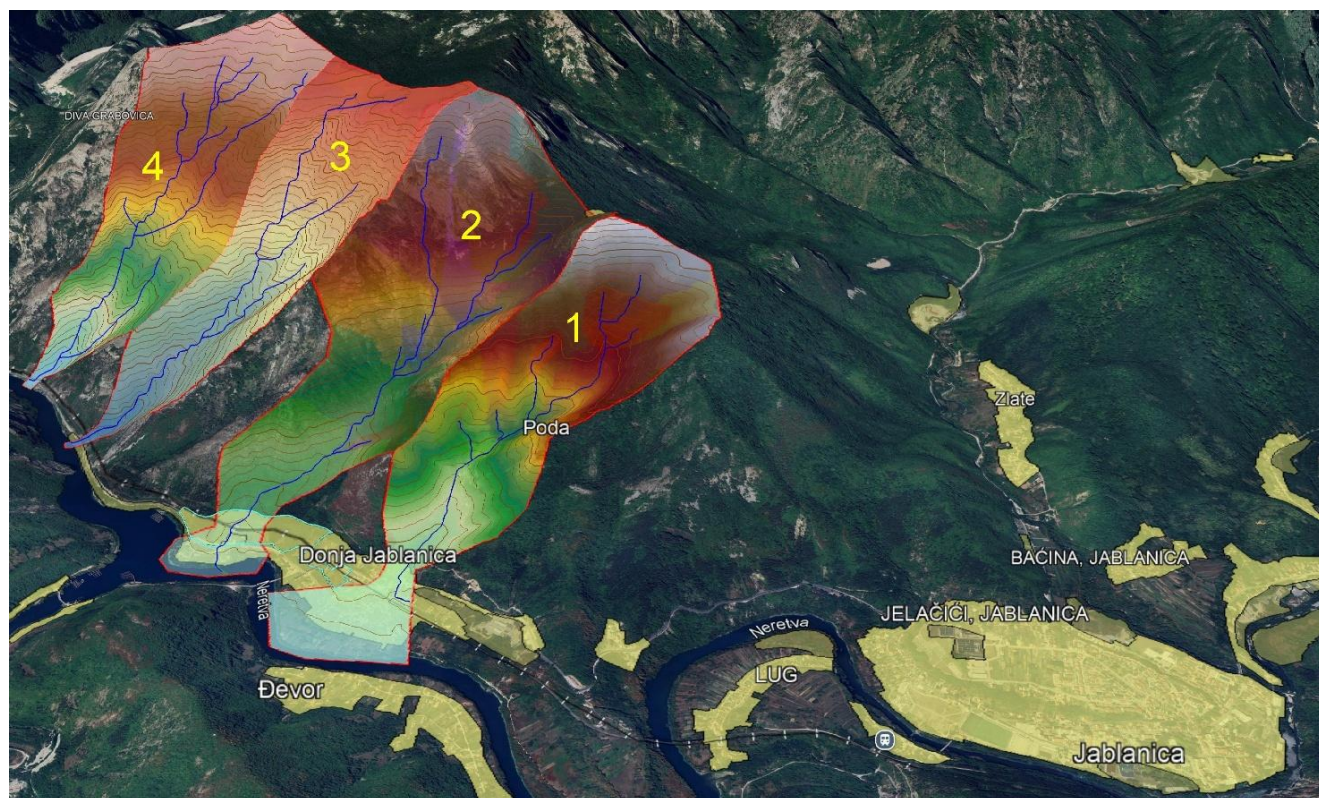
Na Sl. 59. prikazana je usporedna analiza Urbanističkog plana općine Jablanica s Kartom zoniranja rizika i geoloških procesa – Donja Jablanica, izrađenom u okviru ovog izvještaja. Jasno je vidljivo da se planirana zona individualnog stanovanja prostorno poklapa s područjima klasifikovanim kao zone vrlo visokog i visokog rizika, a da u samom Urbanističkom planu ne postoje bilo kakve naznake ograničenja, uslova za dodatne analize ili prostorna ograničenja gradnje. Ovakvo preklapanje potvrđuje da planski dokument nije sadržavao mehanizme za prepoznavanje i upravljanje složenim prirodnim procesima, čak ni kada su oni bili predvidivi na osnovu morfologije terena i poznatih padinskih tokova.

Slična disproporcija između planske dokumentacije i stvarnih geoloških procesa uočava se i u Regulacionom planu „Privredna zona Donja Jablanica 2“, čiji je obuhvat prikazan na Sl. 60. Iako ovaj plan formalno ne pokriva područje Donje Jablanice koje je najteže pogođeno, sam regulacioni obuhvat bio je direktno izložen djelovanju debritnog toka iz susjednog sliva. Na karti je vidljivo da se zeleni šrafirani poligon nalazi izvan definisanih zona rizika, ali ni ovo područje nije bilo izuzeto od djelovanja bujičnih (debritnih) procesa. U tekstualnom dijelu Regulacionog plana navodi se da su podaci o stabilnosti terena preuzeti iz Prostornog plana općine Jablanica, u kojem je, kako se navodi, sprovedeno inženjerskogeološko kartiranje čitavog prostora općine. Na osnovu tih rezultata, u Regulacionom planu se zaključuje da „prostorni obuhvat spada u kategoriju stabilnih terena“. Međutim, u dostupnoj dokumentaciji nije dostavljena nijedna inženjerskogeološka karta koja bi vizuelno i metodološki potvrdila obim, kvalitet i prostorni domet provedenih istraživanja. Čak i da je takvo kartiranje urađeno u obimu koji pokriva sve slivove – uključujući njihove vršne, erozivne i akumulacione zone – sama činjenica da je obuhvat Regulacionog plana naknadno pogođen debritnim tokom jasno pokazuje da lokalna stabilnost tla unutar građevinske zone nije dovoljna za sagledavanje stvarne ugroženosti. Mehanizam aktivacije debritnih tokova povezan je s procesima destabilizacije u višim zonama sliva, koji se potom prenose nizvodno, bez obzira na lokalne karakteristike samog obuhvata. Ovo još jednom potvrđuje da ocjena stabilnosti terena – ako se temelji isključivo na lokalnim parametrima – ne može biti zamjena za sistemsku hazard analizu i izradu integrisanih karata rizika.



Slika 60. Regulacioni plan „Privredna zona Donja Jablanica 2“ formalno izvan prethodno definisanih zona rizika, ali pogođen debrtnim tokom iz susjednog sliva – bez kartografski prikazanih ograničenja ili prethodne sistemske analize hazarda.

Na Sl. 61. prikazan je širi pregled četiri ključna bujična sliva koji se spuštaju s jugoistočnih padina planine Čvrsnice prema području općine Jablanica: Donja Jablanica (1), Gumanac (2), Ravni bor – Kostovače (3) i Komadinovo vrelo (4). Slivovi zahvataju ekstremno strme padine koje se prostiru od oko 160 m n.v. u podnožju, do nadmorskih visina između 870 i 1300 m, s izraženim geomorfološkim tranzitnim zonama, mjestimicno zapunjenim siparima. Na slici su žutim poligonima označene, iz prostorno-plananske dokumentacije površine građevinskog zemljišta, od kojih su mnoge bile pogođene tokovima iz više nezavisnih slivova. Ova činjenica ilustrira da jedna planska jedinica – bez obzira na svoju internu kategorizaciju – može istovremeno biti izložena višestrukim hazardima sa različitih strana.



Slika 61. Građevinske zone (žuti poligoni) unutar četiri nezavisna bujična sliva na jugoistočnim padinama Čvrsnice, koje su pogođene debrinim tokovima iz različitih pravaca; prikazan i obuhvat Regulacionog plana „Donja Jablanica 2“ (cyan linija).

Dodatno, na slici se vidi i zatvorena cyan linija koja označava obuhvat Regulacionog plana „Donja Jablanica 2“, čime se potvrđuje da granice planskog dokumenta nisu dovoljne za razumijevanje prostorne dinamike prirodnih prijetnji. Iako su svi ovi slivovi tehnički unutar administrativnih granica općine Jablanica, za potrebe efikasnog planiranja neophodno je analizirati širi funkcionalni prostor – uključujući i slivove čiji uzvodni dijelovi mogu ležati izvan planiranog obuhvata, ali generišu prijetnje po planiranu ili postojeću infrastrukturu.

Na osnovu prikazanog, može se zaključiti da prostorno-planski dokumenti općine Jablanica nisu sadržavali dovoljno instrumenata za anticipaciju i prevenciju posljedica prirodnih nepogoda. Čak i kada su se pojedini rizici nominalno spominjali u tekstualnim dijelovima dokumenata, ti navodi nisu bili praćeni prostorno definisanim zonama sa propisanim tehničkim režimima građenja. Nije postojala obaveza izrade dodatnih studija za planske jedinice s kompleksnom morfologijom, nepoznatim ili neanaliziranim tokovima i visokim padinskim energijama. **Katastrofa iz oktobra 2024. godine jasno je pokazala da nedostatak integrisanih analiza, nepostojanje prostorno-funkcionalnog planiranja i odsustvo hazard kartografije dovode do izostanka efikasnih mjera zaštite – sa direktnim, tragičnim posljedicama po živote, infrastrukturu i javnu imovinu.**

11. PRIJEDLOG / UPUTE ZA DALJNJE AKTIVNOSTI

Sanacione mjere za lokalizovanje i trajno umirenje ovih procesa su vrlo složene, a izbor metoda i tehničkih rješenja mora se utvrđivati za svaku pojedinačnu pojavu posebno, pri čemu se naglašava da šematska, jednom primijenjena rješenja ne mogu biti usvojena i za sve druge slične pojave. Sa tehničkog aspekta sprečavanje pojave odrona praktično je nemoguće ili je vrlo teško. Međutim, na bazi inženjerskogeoloških podataka mogu se identifikovati odronski reoni, zoniranjem prema vjerovatnoći njihovog pojavljivanja što smo i uradili u predhodnim poglavljima ovog Izvještaja.

Aktivnosti stalnih sanacionih mjera se rade shodno datim zakonskim normativima i stručnim propisima. A iste, pored Zakona o javnim nabavkama, moramo uskladiti sa Zakonom o građanju, Zakonom o geološkim istraživanjima i ispitivanjima, Pravilnikom o misijama geotehničkog inženjerstva, određenim standardima i sl.

Tako da investitor prvo treba da uradi određenu dokumentaciju koju mu rade po javnom pozivu za davanje usluga, određena licencirana preduzeća i ustanove.

Za aktivnosti stalnih sanacionih mjera izrađuje se:

1. **Program** detaljnih inženjerskogeoloških istraživanja i ispitivanja terena
2. Inženjersko-geološki i geotehničkim **Elaborat** o istraživanjima i ispitivanjima terena sa predlogom sanacionih mjera.
3. Glavni izvedbeni **Projekat sanacije klizišta/odrona**

Program i Elaborat može se raditi odvojeno ili u jednoj svesci od istog izrađivača (Preduzeće koje ima registrovanu djelatnost za datu oblast i uposlene ili angažovane osobe iz date struke koji zadovoljavaju određene uslove.

Projekat sanacije može raditi isto ili drugo preduzeće ili adekvatna institucija. Ali, Elaborat i Projekat moraju proći reviziju kod druge-neutralne institucije ili adekvatnog preduzeća.

Programom istraživanja treba da se obuhvate, shodno Zakonu i Pravilniku, radnje koje moramo uraditi pri istraživanju i ispitivanju terena.

Elaborat bi trebao da obradi i prezentuje sva istraživanja shodno Programu istraživanja, da shodno uputama misija geotehničkog inženjerstva uradi i Prijedlog sanacionih mjera. Da prikaže vrste i obim sanacionih mjera, faze njihove izvedbe i pojasni rezultat tih mjera.

Projekat treba da tehnički definiše vrste geotehničkih sanacionih radova, da opiše i pojasni primjenu istih, da li se to radi o pojedinačnim ili se kombinuje sa primjenom različitih sanacionih mjera. U suštini, sanacione mjere imaju za cilj da urade, primjene i ugrade određene geotehničke mjere i objekte koje za cilj imaju to da svojim dejstvom, uticajem i silama djeluju kao protuteža negativnim IG pojavama uz određeni zakonski faktor sigurnosti.

Zaključak

1. Uzroci katastrofalnog događaja

Debritni tok koji je pogodio Donju Jablanicu 4. oktobra 2024. godine rezultat je sinergije nekoliko ključnih prirodnih i antropogenih faktora. Neposredni pokretač događaja bile su ekstremne padavine povratnog perioda većeg od 100 godina, s preko 280 mm oborina u 10 sati, što je uzrokovalo neuobičajeno snažno površinsko otjecanje i masovnu destabilizaciju padinskog materijala. Dodatni faktori bili su degradacija padina uslijed prethodnog šumskog požara, kao i aktivnosti kamenoloma „Šupljika“, za koji nisu postojale važeće dozvole za eksploataciju.

2. Formalno-pravni okvir za izdavanje dozvola

Urbanistički plan općine Jablanica definisao je područje Donje Jablanice kao zonu za individualno stanovanje, zbog čega su građevinske dozvole izdate formalno-pravno u skladu s važećim planskim dokumentima. Međutim, ovi planski akti nisu sadržavali prethodnu procjenu prirodne pogodnosti terena – uključujući geološke, geomorfološke i hidrološke faktore – niti integrisanu analizu rizika od debritnih tokova. Time je u fazi planiranja izostala provjera stvarne izloženosti terena prirodnim opasnostima, što je omogućilo definisanje građevinskih zona na lokacijama koje nisu bile sigurne za stanovanje.

3. Geološka i geomorfološka nepogodnost za naseljavanje

Geološke, geomorfološke i hidro-meteorološke analize pokazuju da je zona vrlo visokog rizika u Donjoj Jablanici trajno nepogodna za naseljavanje. Ova nepogodnost proizlazi iz kombinacije faktora, uključujući izrazito strme padine, prisustvo sipara i koluvijalnih naslaga, visoku erozivnu aktivnost, kao i specifične klimatske i hidro-meteorološke uslove koji karakterišu područje — poput epizoda ekstremnih padavina i njihove učestalosti. Dodatno, prisustvo ostataka prethodnih bujičnih događaja u erozionim profilima potvrđuje višestruku aktivaciju debritnih tokova u prošlosti. Zone visokog i srednjeg rizika mogu biti uslovno podobne za naseljavanje, ali isključivo uz prethodnu primjenu odgovarajućih tehničkih mjera za smanjenje rizika.

4. Integralni propusti u prostornoj dokumentaciji

Prostorni i Urbanistički plan općine Jablanica nisu sadržavali integralnu analizu ključnih faktora koji utiču na pojavu i razvoj debritnih tokova — uključujući geološke, geomorfološke, hidrološke i klimatske karakteristike, strukturu vegetacijskog pokrivača i njegovu podložnost šumskim požarima, kao i relevantne antropogene uticaje. Nedostatak integrisanog hazard zoniranja doveo je do planiranja građevinskih zona i u područjima vrlo visokog rizika, bez prethodnog identifikovanja i prostornog ograničavanja takvih lokacija.

5. Nedostaci zakonskog i metodološkog okvira

Važeći zakonski i podzakonski akti omogućavaju donošenje planskih dokumenata i izdavanje građevinskih dozvola na osnovu parcijalnih analiza (npr. klizišta, poplave, slijeganje), bez jasne obaveze izrade standardiziranih i integrisanih multihazard karata. Potrebno je zakonski i metodološki definirati obaveznu, standardiziranu metodologiju izrade integrisanih hazard karata, ne ostavljajući nosiocima izrade planskih dokumenata mogućnost individualnog pristupa.

6. Procjena sigurnosti i mogućnosti naseljavanja

Na osnovu karte zoniranja rizika izrađene u okviru ovog izvještaja, prostor Donje Jablanice klasificiran je na zone vrlo visokog, visokog, srednjeg i niskog rizika. Područja vrlo visokog rizika trajno su nepogodna za ponovno naseljavanje. Zone visokog rizika mogu biti uslovno podobne za naseljavanje, ali isključivo uz provođenje precizno definisanih tehničkih mjera zaštite. Zone srednjeg i niskog rizika mogu se smatrati uslovno sigurnim, uz preporučene preventivne mjere. Iako je teren u dijelovima privremeno stabilizovan nakon katastrofe, brojni segmenti sliva i dalje predstavljaju ozbiljan rizik zbog prisustva potencijalno mobilizirajućeg materijala. Ovo nalaže hitnu reviziju prostorno-planske dokumentacije i definisanje jasnih prostorno-funkcionalnih ograničenja za buduću gradnju.

7. Potreba za obaveznim integrisanim hazard zoniranjem

Katastrofa u Donjoj Jablanici jasno ukazuje na hitnu potrebu da se zakonski uspostavi obaveza izrade integrisanih multihazard karata koje obuhvataju sve relevantne prirodne i antropogene faktore rizika – uključujući geološke, hidrološke, klimatske, vegetacijske i infrastrukturne elemente. Takve karte moraju biti standardizovane, prostorno precizne i operativno primjenjive, te predstavljati obaveznu osnovu za sve prostorne i urbanističke planove, kao i za izdavanje građevinskih i drugih prostornih dozvola.

8. Zoniranje rizika kao temelj prostornog planiranja

Buduće prostorno i urbanističko planiranje treba biti zasnovano na prethodno definisanoj metodologiji za hazard zoniranje, koja jasno propisuje klasifikaciju zona rizika (npr. visoki, srednji, niski rizik) i kriterije za njihovo određivanje. U okviru takvog zoniranja, zone najvišeg rizika moraju biti isključene iz svih stambenih namjena. Za zone srednjih rizika, planiranje izgradnje mora biti uslovljeno ispunjavanjem jasno definisanih tehničkih kriterija, uključujući terenska istraživanja, mjere smanjenja rizika i pribavljanje mišljenja stručnih institucija. Zoniranje rizika mora biti sistemski integrisano u sve faze izrade i donošenja prostornih dokumenata te postati jedan od osnovnih instrumenata za određivanje prostornih ograničenja i režima korištenja zemljišta.

9. Integrisani pristup hazardima - međunarodni primjeri

U cilju unapređenja prostorno-planskog sistema u Federaciji Bosne i Hercegovine, potrebno je usvojiti standarde zasnovane na međunarodnim primjerima dobre prakse — kao što su Hazard Zone Plan (HZP) u Austriji i hazard mape u Švicarskoj. U tim zemljama integrisane karte opasnosti predstavljaju zakonski obavezan instrument, izrađuju se prema unaprijed definisanoj metodologiji i služe kao osnov za izradu prostornih i urbanističkih planova. U izradu i validaciju takvih karata aktivno su uključene nadležne stručne institucije – geološke službe, vodne agencije, službe civilne zaštite – čime se osigurava njihova vjerodostojnost i obavezna primjena u svim fazama prostornog planiranja i upravljanja rizicima.

10. Institucionalna i sektorska koordinacija

Potrebno je sistemski unaprijediti institucionalnu koordinaciju između relevantnih federalnih i kantonalnih aktera – uključujući Federalno ministarstvo prostornog uređenja, Federalno ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva, Federalnu upravu civilne zaštite, Federalni zavod za geologiju, Federalni hidrometeorološki zavod, Federalni zavod za

agropedologiju, agencije za vode, kao i nadležne rudarske i geološke inspekcije – te njihove kantonalne i lokalne ekvivalente.

Ova koordinacija treba omogućiti:

- **zajedničku procjenu rizika** u prirodno rizičnim područjima,
- **pravovremenu razmjenu informacija** o faktorima rizika (npr. erozija, požari, ekstremne padavine),
- **planiranje i usklađivanje preventivnih mjera** u prostornom planiranju i upravljanju rizicima,
- **te brzu i efikasnu reakciju** na nezakonite aktivnosti (npr. bespravna eksploatacija mineralnih sirovina) koje mogu povećati rizik od debrinih tokova i sličnih pojava.

U cilju dugoročne efikasnosti, potrebno je razmotriti uspostavu formalnog međusektorskog mehanizma za koordinaciju i razmjenu podataka o prirodnim hazardima, uz definisane nadležnosti i protokole saradnje.

U tom kontekstu, vrijedi istaći primjer Ujedinjenog Kraljevstva, gdje se upravljanje rizicima u prirodno rizičnim područjima temelji na principu „multi-agency collaboration“ – odnosno bliske i strukturirane saradnje između lokalnih vlasti, agencija za zaštitu okoliša, vatrogasnih i spasilačkih službi, zdravstvenih ustanova, naučnih institucija i drugih relevantnih aktera. Ovakav pristup ne tretira međusektorsku saradnju kao dodatak sistemu, već kao njegovu ključnu funkcionalnu komponentu, osiguravajući tako koordinisano upravljanje rizicima, bolja razmjena podataka i brža reakcija u kriznim situacijama

11. Poseban tretman eksploatacionih prostora

Za eksploatacione prostore neophodno je osigurati strogi i redovan inspeksijski nadzor, naročito u geomorfološki osjetljivim zonama. Potrebno je spriječiti eksploataciju bez validnih dozvola, te osigurati primjenu zakonom predviđenih tehničkih i sanacionih mjera koje će spriječiti povećanje rizika od bujičnih tokova i destabilizacije terena. Posebnu pažnju treba usmjeriti na blagovremeno sankcionisanje i uklanjanje posljedica ilegalnih rudarskih aktivnosti, u koordinaciji s nadležnim rudarskim i geološkim inspekcijama na federalnom i kantonalnom nivou.

12. Donja Jablanica kao referentni slučaj za reforme

Slučaj Donje Jablanice treba poslužiti kao referentni primjer za pokretanje reformskih procesa u oblasti prostornog planiranja i upravljanja rizicima. Ovi procesi trebaju uključivati uspostavljanje obaveze izrade integrisanih karata rizika kao sastavnog dijela svih planskih dokumenata, u cilju preciznijeg prepoznavanja ugroženih zona i donošenja prostornih odluka zasnovanih na stvarnom stepenu rizika.

PRILOZI

